

3. 地盤

3.1 調査の経緯

3.1.1 敷地周辺の調査

敷地周辺の地質・地質構造を把握するため、陸域については、文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査及び地球物理学的調査等を実施した。

また、海域については、文献調査のほか、海上音波探査及び他機関が実施した周辺海域の海上音波探査の記録解析を実施した。

3.1.2 敷地近傍の調査

敷地近傍の地質・地質構造を把握するため、陸域については、文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査及び地球物理学的調査等を実施した。

また、海域については、文献調査のほか、海上音波探査及び他機関が実施した近傍海域の海上音波探査の記録解析を実施した。

3.1.3 敷地の調査

敷地の地質・地質構造を把握するため、敷地について、文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査及びボーリング調査等を実施した。

3.2 敷地周辺の地質・地質構造

3.2.1 調査内容

敷地周辺の地質・地質構造を把握するため、敷地を中心とする半径約 30km 及びその周辺の範囲において実施した文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査及び海上音波探査等は以下のとおりである。

3.2.1.1 文献調査

敷地周辺陸域の地形及び地質・地質構造に関する主要な文献としては、通商産業省工業技術院地質調査所（現 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター、以下「地質調査所」という。）発行の「地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）」のうち、「那珂湊地域の地質」（1972）⁽¹⁾、「磯浜地域の地質」（1975）⁽²⁾、「石岡地域の地質」（1981）⁽³⁾、「日本炭田図Ⅰ 常磐炭田地質図（5万分の1）」（1957）⁽⁴⁾、「7万5千分の1地質図」のうち、「銚田」（1926）⁽⁵⁾、「筑波」（1927）⁽⁶⁾、「助川」（1935）⁽⁷⁾「20万分の1地質図幅」のうち、「水戸（第2版）」（2001）⁽⁸⁾、「白河」（2007）⁽⁹⁾、「活断層データベース」（2016）⁽¹⁰⁾、「20万分の1日本シームレス地質図データベース」（2015）⁽¹¹⁾、「100万分の1日本地質図第3版（CD-ROM第2版）」（2003）⁽¹²⁾、経済企画庁総合開発局（現 国土交通

省土地・水資源局、以下「経済企画庁」という。) 発行の「土地分類図「茨城県」(20万分の1)」(1973)⁽¹³⁾、茨城県発行の「土地分類基本調査(5万分の1)」のうち「水戸」(2003)⁽¹⁴⁾、「石岡」(1980)⁽¹⁵⁾、「磯浜・銚田」(1989)⁽¹⁶⁾、「那珂湊」(1990)⁽¹⁷⁾、「高萩・大津」(1995)⁽¹⁸⁾、「日立」(1995)⁽¹⁹⁾、「大子・喜連川」(2002)⁽²⁰⁾、「常陸大宮・烏山」(2002)⁽²¹⁾、小池の「茨城県東海村付近の地形発達」(1960)⁽²²⁾、活断層研究会編の「日本の活断層」(1980)⁽²³⁾、「[新編] 日本の活断層」(1991)⁽²⁴⁾、地質調査所発行の「50万分の1活構造図「東京」(第2版)」(1997)⁽²⁵⁾、「50万分の1活構造図「新潟」」(1984)⁽²⁶⁾、地質調査所編の「日本地質アトラス(第2版)」(1992)⁽²⁷⁾、小池・町田編の「日本の海成段丘アトラス」(2001)⁽²⁸⁾、今泉ほか編の「活断層詳細デジタルマップ[新編]」(2018)⁽²⁹⁾、地震調査研究推進本部地震調査委員会(以下「地震調査委員会」という。)
「関東地域の活断層の長期評価(第一版)」(2015)⁽³⁰⁾等がある。

敷地周辺海域の地形及び地質・地質構造に関する主要な文献としては、海上保安庁水路部(現 海上保安庁海洋情報部、以下「海上保安庁」という。)発行の「海底地質構造図(20万分の1)」のうち「鹿島灘」(1980)⁽³¹⁾、「塩屋埼沖」(1981)⁽³²⁾、地質調査所発行の「海洋地質図」のうち「日本海溝・千島海溝南部及びその周辺広域海底地質図(100万分の1)」(1978)⁽³³⁾、「鹿島灘海底地質図(20万分の1)」(1986)⁽³⁴⁾、「塩屋埼沖海底地質図(20万分の1)」(2001)⁽³⁵⁾、第二港湾建設局横浜調査設計事務所・茨城県の「首都圏流通港湾自然条件調査報告書」(1972)⁽³⁶⁾、加賀美・奈須の「古久慈川-後氷期海面上昇による埋積谷-」(1964)⁽³⁷⁾、徳山ほかの「日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史」(2001)⁽³⁸⁾、米谷ほかの「6. 鹿島灘」(1981)⁽³⁹⁾、高柳の「第四紀海洋古環境-鹿島沖SK-1の研究-」(1984)⁽⁴⁰⁾、亀尾・佐藤の「石灰質ナンノ化石層序の最近の知見とその応用-とくに常磐海域坑井の新第三系・第四系層序について-」(1999)⁽⁴¹⁾等がある。

重力異常に関する文献としては、地質調査所編の「日本重力データベース DVD版」(2013)⁽⁴²⁾等がある。

また、磁気異常に関する文献としては、中塚・大熊の「日本空中磁気DBによる対地1,500m平滑面での磁気異常分布データの編集」(2009)⁽⁴³⁾等がある。

これらの文献により、敷地周辺の地形及び地質・地質構造の概要を把握した。

3.2.1.2 敷地周辺陸域の調査

文献調査の結果を踏まえ、敷地を中心とする半径約30kmの陸域及びその周辺陸域において、変動地形学的調査、地表地質調査及び地球物理学的調査等を実施した。

変動地形学的調査は、国土地理院等で撮影された主に縮尺2万分の1の空中写真、米軍により撮影された縮尺4万分の1の空中写真並びに国土地理院発行の縮尺5万分の1、2万5千分の1の地形図等を使用して空中写真判読等を行い、変動地形の可能性のある地形(以下「リニアメント」という。)を抽出した。

地表地質調査としては、変動地形学的調査に使用した空中写真及び地形図を使用して地表地質調査を実施するとともに、必要に応じてボーリング調査、トレンチ調査等

を実施した。

地球物理学的調査としては、地下深部構造を把握する目的で反射法地震探査等を実施した。

これらの調査結果に基づいて、敷地周辺陸域の地質図、地質断面図等を作成した。

3.2.1.3 敷地周辺海域の調査

敷地を中心とする半径約30kmの範囲を含む沿岸方向約90km、沖合方向約40kmの海域（以下「敷地前面海域」という。）及びその周辺海域において、石油公団（現 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、以下「石油公団」という。）、地質調査所等により海上音波探査が実施されており、これらの海上音波探査の記録解析を実施した。解析は、石油公団が実施したエアガン・マルチチャンネル方式による海上音波探査記録、地質調査所が実施したエアガン・シングルチャンネル方式による海上音波探査記録等、合わせて総延長約2,500kmを実施した。

さらに、海底の地形及び地質・地質構造に関する資料を得るため、敷地前面海域において、ブーマー、ウォーターガン及びエアガンを音源としたマルチチャンネル方式の海上音波探査を実施した。浅部の地質構造を把握するためのブーマー・マルチチャンネル方式の探査は、沿岸方向約60km、沖合方向約5kmの範囲で東西測線を約2km間隔の測線配置を原則とし、敷地近傍及び東茨城郡大洗町付近では約1km×約1kmの格子状の測線配置として実施した。浅部から中深部の地質構造を把握するためのウォーターガン・マルチチャンネル方式の探査では、沿岸方向約90km、沖合方向約40kmの範囲で約2km×約4kmの格子状の測線配置を原則として実施した。また、必要に応じて深部の地質構造を把握するためのエアガン・マルチチャンネル方式の探査を実施した。測線の総延長は約3,100kmである。海域の地層の年代については、石油資源開発株式会社が実施した海上ボーリング「鹿島沖SK-1」の試料を用いた米谷ほか（1981）⁽³⁹⁾、試掘井「常陸沖-1」（帝国石油株式会社（現 国際石油開発帝石株式会社）ほか）が実施）の試料を用いた亀尾・佐藤（1999）⁽⁴¹⁾の研究等から年代対比を行い評価した。

これらの調査結果に基づいて、敷地前面海域の海底地形図、海底地質図、海底地質断面図等を作成した。

3.2.2 調査結果

敷地周辺陸域の地形及び地質・地質構造は、文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等の結果によると以下のとおりである。

3.2.2.1 敷地周辺陸域の地形

敷地周辺陸域の地形図を第3.2.1図に示す。

敷地周辺陸域は、茨城県の中央から北部に位置し、東側は太平洋に面している。敷地周辺陸域の地形は、八溝山地、久慈山地、多賀山地及び那珂台地周辺部に大別される。

敷地は、鹿島台地の北部に位置している。

(1) 八溝山地

八溝山地は、敷地周辺陸域の西部にほぼ南北に細長く広がり、東側は、久慈川を挟んで久慈山地に接する。山地は、東西方向に延びるいくつかの谷により、八溝山塊、鷲子山塊、鶏足山塊、筑波山塊に分けられ、敷地周辺陸域では、那珂川の谷の北側に鷲子山塊が、南側に鶏足山塊が位置する。山地の起伏は小さくならぬで、稜線の標高は約500m以下である。主な山は、鷲子山（標高463m）、尺丈山（標高511m）、鶏足山（標高431m）、花香月山（標高378m）等である。筑波山塊は柿岡盆地を境して西部に連なる山列と、東部にかけて連なる山列とに区分される。主な山は、東側の山塊の吾国山（518m）、西側の山塊の加波山（709m）、筑波山（877m）等である。山地の縁には丘陵地があり、鷲子山塊南東で久慈川と那珂川に挟まれて位置する瓜連丘陵と、鶏足山塊東縁の友部丘陵に分けられる。これらの丘陵地の背面の高度は良く揃い、一部平坦面を残す。背面の標高は、瓜連丘陵で約130m～約90m、友部丘陵で約100m～約80mである。八溝山地の東を限る久慈川は、蛇行して南流し、周囲に低地と数段の河成段丘が形成されている。

(2) 久慈山地

久慈山地は、久慈川と里川に挟まれた南北に細長い山地である。山地の起伏はやや大きく、久慈川の東側では急崖を成す。稜線の標高は約600m～約300mで、南へ高度を減じている。主な山は男体山（標高654m）である。山地内には、ほぼ南北で直線的に延びる山田川の谷、山地の東縁でほぼ南北に延びる里川のやや幅の広い谷があり、周囲に小規模な低地と数段の海成及び河成段丘が形成されている。

(3) 多賀山地

多賀山地は、里川の東側に位置し、太平洋に面する。山地の起伏は小さく、東に緩く傾斜する高原状の地形を成す。稜線の標高は約600m～約300mである。主な山は、妙見山（標高652m）、堅破山（標高658m）等である。山地内には谷が細かく樹枝状に入り、低地が小規模に分布する。また、山地の東縁には常磐海岸台地があり、海岸線に沿って海側へ緩く傾斜する平坦面が連続する。平坦面は南へ低くなり、標高は約60m～約30mである。台地の北部では、花貫川、関根川等の河川に沿って低地が発達し、周囲に数段の河成段丘が形成されている。南部は主に海岸線に沿う平坦面から成り、東縁で海食崖を成す。

(4) 那珂台地及び那珂台地周辺部

那珂台地は、久慈川と那珂川に挟まれた平坦面で、北東部には那珂郡東海村が位置している。標高は約55m～約30mで、東へ緩やかに低くなる。海岸付近は砂丘に覆われ、ひたちなか市阿字ヶ浦町付近で広く分布する。久慈川及び那珂川の周囲には、低地と数段の河成段丘が分布する。

東茨城台地は、那珂台地の南側に位置し、南東へ流れる巴川を介して行方台地に、南北方向に延びる涸沼川支流の大谷川及び巴川支流の鉾田川の谷を介して鹿島台地に接する。北部には水戸市が位置している。標高は約50m～約30mである。東茨城台地の中央部を東西に流れる涸沼川と台地の縁を成す巴川等の周囲には、低地と数段の河成段丘が分布する。

鹿島台地は、東茨城台地の東に位置し、鹿島灘に沿って帯状で南北に延びており、北部には東茨城郡大洗町が位置している。海岸付近は砂丘に覆われ急斜面を成す。標高は約40m～約30mである。

3.2.2.2 敷地周辺陸域の地質

敷地周辺陸域の地質層序表を第3.2.1表に、敷地周辺陸域の地質図を第3.2.2図に、敷地周辺陸域の地質断面図を第3.2.3図に示す。これによると、八溝山地には、鷲子山塊の北部に、主に先新第三系の砂岩、頁岩、チャート等から成る堆積岩類が分布し、南部には主に新第三系の砂岩、泥岩及び礫岩から成る堆積岩類並びに火山砕屑岩類が分布する。鶏足山塊にも主に先新第三系の砂岩、頁岩、チャート等から成る堆積岩類が分布する。筑波山塊には、先新第三系の砂岩、頁岩、チャート等から成る堆積岩類、花崗岩類及び変成岩類が分布する。久慈山地には、主に新第三系の砂岩、泥岩及び礫岩から成る堆積岩類、火山岩類及び火山砕屑岩類が分布する。多賀山地には、先新第三系の主に粘板岩～砂岩及び片岩～片麻岩類から成る堆積岩～変成岩類並びに花崗岩類等から成る深成岩類が分布する。また、多賀山地東方の常磐海岸台地の北部には、主に古第三系、新第三系の砂岩、泥岩、礫岩等から成る堆積岩類が分布する。那珂台地周辺部の丘陵地及び台地には、主に第四系更新統が広く分布し、那珂台地縁辺部には新第三系の泥岩等から成る堆積岩類が分布する。低地には完新統の沖積層が、海岸部には砂丘砂層が分布する。なお、ひたちなか市磯崎町から東茨城郡大洗町にかけての海岸部には、先新第三系の砂岩、泥岩、礫岩等から成る堆積岩類が小規模に分布する。

(1) 先新第三系

先新第三系は、主に八溝山地にジュラ系等、多賀山地に古生界、ひたちなか市付近の海岸部に白亜系～古第三系、常磐海岸台地北部に古第三系が分布する。これらは、八溝層群、日立古生層（日立変成岩類）及び竹貫変成岩類、那珂湊層群及び大洗層並びに白水層群に区分される。

a. 八溝層群

八溝層群は、主に砂岩、頁岩及びチャートから成り、八溝山地の鷲子山塊北部及び鶏足山塊に広く分布するほか、久慈郡大子町所谷から常陸大宮市家楽にかけての久慈川左岸部等にも分布する。指田・堀（2000）⁽⁴⁴⁾等によれば、本層群は産出化石からジュラ系と、一部は三畳系、ペルム系及び石炭系とされている。

b. 日立古生層（日立変成岩類）及び竹貫変成岩類

日立古生層（日立変成岩類）は、主に粘板岩～砂岩及び片岩～片麻岩類から成る堆積岩～変成岩類から成り、多賀山地の南部に分布する。本層は、下位から玉簾層、赤沢層、大雄院層、鮎川層等に区分される。下位ほど変成度が高く、玉簾層は片麻岩類、赤沢層は片岩類から成り、これらの地層は蛇紋岩を伴う場合がある。大雄院層は大理石及び千枚岩、鮎川層は粘板岩、砂岩及び石灰岩から成る。田切ほか（2010）⁽⁴⁵⁾等によれば、産出化石から大雄院層、鮎川層はそれぞれ下部石炭系、下部ペルム系とされ、Tagiri et al.（2011）⁽⁴⁶⁾によるウラン-鉛法によるジルコン

粒子の年代値（約500Ma）から、玉簾層、赤沢層の原岩年代はカンブリア紀とされている。また植田ほか（1969）⁽⁴⁷⁾等によるカリウム-アルゴン法による変成年代値（約120Ma～100Ma）は前期白亜紀の後期である。

竹貫変成岩類は片麻岩類から成り、多賀山地の西縁部に部分的に分布する。金光ほか（2011）⁽⁴⁸⁾等によれば、多賀山地南西部に分布する竹貫変成岩類（西堂平変成岩類）は、ウラン-鉛法によるジルコン粒子の最も若い年代値（約175Ma～154Ma）から、原岩年代は、ジュラ紀とされている。また植田ほか（1969）⁽⁴⁷⁾等によるカリウム-アルゴン法による変成年代値（約120Ma～100Ma）は前期白亜紀の後期である。

c. 那珂湊層群及び大洗層

那珂湊層群は、砂岩、泥岩及び礫岩から成り、ひたちなか市磯崎付近の海岸部に分布する。本層群は、下位から築港層、平磯層及び磯合層に区分される。坂本ほか（1972）⁽¹⁾等によれば、本層群は産出化石から上部白亜系とされている。

大洗層は、主に礫岩から成り、大洗町付近の海岸部に小規模に分布する。坂本ほか（1972）⁽¹⁾等によれば、本層は産出化石から上部白亜系又は古第三系とされている。

齋木ほか（2005）⁽⁴⁹⁾によれば、大型植物化石の再鑑定の結果、白亜系でないと言われており、古第三系の可能性が高い。小野（2000）⁽⁵⁰⁾による礫岩に含まれる片岩及び花崗岩礫のカリウム-アルゴン法年代値（約100Ma～64Ma）はおおよそ後期白亜紀である。

d. 白水層群

白水層群は、砂岩、泥岩、礫岩及び石炭から成り、西側に分布する阿武隈花崗岩類を不整合に覆って、主に北茨城市中郷町から日立市川上にかけて分布する。本層群は、下位から石城層、浅貝層及び白坂層に区分される。須藤ほか（2005）⁽⁵¹⁾等によれば、本層群は産出化石から古第三系上部始新統～下部漸新統とされている。木村（1988）⁽⁵²⁾による白坂層のフィッシュン・トラック年代値（約29Ma）は前期漸新世である。

(2) 新第三系

新第三系は、主に久慈山地、八溝山地の鷲子山塊南部、鷄足山塊東縁部、多賀山地東部の常磐海岸台地、多賀山地南西縁部及び那珂台地縁辺部に広く分布している。これらは中新統の金砂郷層群、東金砂山層、多賀層群、鮮新統～第四系下部更新統の久米層等に区分される。

a. 金砂郷層群

金砂郷層群は、砂岩、砂岩泥岩互層、泥岩、礫岩、デイサイト、凝灰岩等から成り、主に久慈山地西部、鷲子山塊南部及び鷄足山塊東縁部に分布し、先新第三系の八溝層群を不整合に覆っている。

本層群は、久慈山地では、大槻（1975）⁽⁵³⁾の北田気層、浅川層、男体山火山角礫岩、西染層、大門層、瑞龍層、源氏川層等に相当する（これらの地層を一括して金砂郷層群と仮称する）。天野ほか（2011）⁽⁵⁴⁾等によれば、本層群は産出化石から下部

中新統の最上部～中部中新統の最下部とされている。また、天野（1991）⁽⁵⁵⁾による北田気層に挟まれる凝灰岩のフィッション・トラック年代値（約17Ma）及び国府田ほか（2003）⁽⁵⁶⁾による浅川層に挟まれる凝灰岩のフィッション・トラック年代値（約16Ma）は、前期中新世の後期である。なお、天野ほか（2004）⁽⁵⁷⁾は男体山火山角礫岩のカリウム－アルゴン年代値（約13Ma）を得ているが、天野ほか（2011）⁽⁵⁴⁾によれば、化石年代、古地磁気年代と整合的でなく、年代の若化を受けている可能性があるとしてされている。実施した珪藻化石分析によれば、本層群最上部の源氏川層は中部中新統の最下部である。

b. 東金砂山層

東金砂山層は、礫岩、砂岩等から成り、主に久慈山地の中央部から東側にかけての里川と山田川に挟まれた地域に分布する。本層は、阿武隈花崗岩類及びそれらのカタクレーサイトを不整合に覆っている。大槻（1975）⁽⁵³⁾等によれば、本層は金砂郷層群の上部及び多賀層群の下部と指交関係にあることから、おおよそ中部中新統とされている。

c. 多賀層群

多賀層群は、主に砂質泥岩から成り、ひたちなか市部田野等では凝灰岩を伴っている。本層群は、常磐海岸台地及び多賀山地南西縁部に広く分布するほか、那珂台地縁辺部、東茨城台地北部、友部丘陵東部、久慈山地南端部等にも分布する。本層群は、多賀山地周辺では阿武隈花崗岩類、日立変成岩類及び白水層群を不整合に覆い、久慈山地南端部から友部丘陵にかけては、金砂郷層群を大部分の地域で不整合に覆っている。須藤ほか（2005）⁽⁵¹⁾等によれば、本層群は産出化石から中部～上部中新統とされている。実施した珪藻及び石灰質ナノ化石分析結果によれば、本層群は中部中新統の上部～上部中新統の下部である。柳沢ほか（2004）⁽⁵⁸⁾による多賀層群に挟まれる火山灰層のカリウム－アルゴン法年代値（約12Ma～10Ma）は、中期中新世の後期～後期中新世の前期である。

d. 離山層

離山層は、主に凝灰岩から成り、多賀山地南縁部に分布する。本層は、多賀層群を不整合に覆っており、吉岡ほか（2001）⁽⁸⁾等によれば、本層は産出化石などから下部鮮新統とされている。

e. 久米層

久米層は、主に砂質泥岩から成り、久慈山地南縁部及び多賀山地南縁部に広く分布するほか、常磐海岸台地の海岸沿いの一部、那珂台地東縁部等にも分布する。本層は、金砂郷層群、東金砂山層及び多賀層群を不整合に覆っている。柳沢ほか（1989）⁽⁵⁹⁾等によれば、本層は産出化石から鮮新統とされている。実施した珪藻及び石灰質ナノ化石分析結果によれば、新第三系鮮新統～第四系下部更新統である。岩野ほか（2004）⁽⁶⁰⁾による凝灰質砂岩のフィッション・トラック年代値（約3.9Ma）は、前期鮮新世である。

(3) 第四系

第四系は、主に丘陵地、台地及び低地に広く分布する。これらは、中部更新統の東

茨城層群、上部更新統の段丘堆積物並びに完新統の沖積層及び砂丘砂層に区分される。

a. 東茨城層群

東茨城層群は、八溝山地東縁の瓜連丘陵及び友部丘陵、多賀山地東縁の常磐海岸台地の南部、那珂台地、東茨城台地等にまとまって分布するほか、久慈山地の里川沿いに小規模に分布する。本層群は、瓜連丘陵では坂本・宇野沢（1976）⁽⁶¹⁾による引田層等、友部丘陵では坂本・宇野沢（1979）⁽⁶²⁾による友部層等、常磐海岸台地の南部ではH面を構成する堆積物、那珂台地、東茨城台地等では、坂本ほか（1981）⁽³⁾による石崎層、笠神層、見和層下部及び見和層中部に、大井・横山（2011）⁽⁶³⁾による藪層、上泉層、清川層、横田層及び木下層の剣尺部層に、山元（2013）⁽⁶⁴⁾による笠神層及び夏海層に相当する（これらの地層を一括して東茨城層群と仮称する）。

小池ほか（1985）⁽⁶⁵⁾は、瓜連丘陵に分布する所貫礫層を大田原火砕流堆積物（約30万年前；久保ほか（2007）⁽⁹⁾）の二次堆積物が覆うとし、貝塚ほか（2000）⁽⁶⁶⁾は、友部丘陵を構成する海成砂層について、海洋酸素同位体ステージ（以下「MIS」（Marine Isotope Stage）という。）9に形成されたものとしている。大井・横山（2011）⁽⁶³⁾及び大井ほか（2013）⁽⁶⁷⁾は、藪層～木下層の剣尺部層をMIS9～5eの間に、山元（2013）⁽⁶⁴⁾は、笠神層及び夏海層をMIS7に形成されたものとしている。

本層群は、瓜連丘陵等では、礫、砂及びシルトから成る。礫は風化し、一部でくさり礫化している。友部丘陵、常磐海岸台地の南部、那珂台地、東茨城台地等では、主に細粒～中粒の砂から成り、敷地の西側付近及び涸沼付近では、礫及びシルトから成る。

本層群は、南関東の下末吉面から小原台面に対比されるM1面より高位にあるH面を形成していること、那珂台地、東茨城台地等ではM1段丘堆積物に不整合に覆われていることから、中部更新統と考えられ、H面は南関東の多摩面（Mis13～7；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

b. 段丘堆積物

段丘堆積物は、海岸及び河川に沿って分布する。段丘堆積物は、段丘面の分布、堆積物の層相、火山灰との関係等に基づいて、M1段丘堆積物、M2段丘堆積物、M3段丘堆積物、M4段丘堆積物、L1段丘堆積物、L2段丘堆積物、L3段丘堆積物及びL4段丘堆積物に区分される。M1段丘堆積物は主に海成堆積物、M2～M4段丘堆積物及びL1～L4段丘堆積物は河成堆積物から成る。敷地周辺陸域の段丘面区分図を第3.2.4図に示す。

M1段丘堆積物は、那珂台地、東茨城台地、鹿島台地及び常磐海岸台地の南部に連続的に広く分布するほか、久慈川沿い及び常磐海岸台地の北部の花貫川沿い等に分布する。坂本ほか（1972）⁽¹⁾、坂本（1975）⁽²⁾及び坂本ほか（1981）⁽³⁾は、那珂台地及び東茨城台地に分布する堆積物を見和層とし、このうち見和層上部を最終間氷期の高海水準期に形成された海成層としている。また、見和層の上位には見和層の

堆積面が陸化した後に水中で堆積したと考えられる茨城粘土層が分布するとしている。鈴木（1989）⁽⁶⁹⁾は、那珂台地及び東茨城台地の主部をなす平坦面をそれぞれ那珂台地面及び東茨城台地面とし、那珂台地中央部では、堆積物の上部に箱根吉沢下部7テフラ（約13万年前；鈴木（1989）⁽⁶⁹⁾）、赤城水沼9、10テフラ（約13万年前；鈴木（1990）⁽⁷⁰⁾）等を、海岸付近のひたちなか市部田野では、堆積物中の最上部に鬼界葛原テフラ（約9.5万年前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾）を認め、これらの台地面は、MIS5e～MIS5cにかけて形成されたとしている。また、常磐海岸台地の平坦面を田尻浜Ⅰ面及び田尻浜Ⅱ面とし、それぞれMIS5e及びMIS5cに形成されたとしている。

なお、赤城水沼9、10テフラ（約13万年前；鈴木（1990）⁽⁷⁰⁾）は、そのテフラ分析結果から箱根吉沢下部6～8テフラ（約13万年；町田・鈴木（1971）⁽⁷²⁾）及び町田（1977）⁽⁷³⁾）とほぼ同時期の降灰と評価されている。箱根吉沢下部6～8テフラは東京・横浜地区の下末吉段丘堆積物の上位に堆積した風成ローム層下部に確認されていることから、MIS5eのピーク直後の海退期に降灰したものと判断される。地表地質調査結果から、赤城水沼9、10テフラはM1段丘堆積物の海成層の上位の堆積物中に確認されることから、地質層序からも箱根吉沢下部6～8テフラと同時期に降灰したと判断される。

大井ほか（2013）⁽⁶⁷⁾は木下層の行方部層及び常総層とし、MIS5dに、山元（2013）⁽⁶⁴⁾は見和層及び茨城層とし、MIS5eからMIS5cにかけて形成されたとしている。

那珂台地等では、堆積物は主に砂から成り、礫及びシルトの薄層を伴う。下部には貝化石を含み、上部には貝の痕跡や波打際付近に棲息した生物の痕跡である白斑状の生痕（以下「白斑状生痕」という。）が認められるなど、海成の堆積物から成る。また、最上部には淡水環境で堆積したと考えられる粘土層及び砂礫層が薄く分布する。常磐海岸台地の北部の高萩市上和野では、堆積物は砂礫を主体とし、河成の堆積物から成る。

ひたちなか市長砂及び鹿島灘沿岸では、白斑状生痕の上位で砂とシルトの互層中に、厚さ3cm程度で赤城水沼9、10テフラが認められる。また、鬼界葛原テフラが、ひたちなか市部田野では堆積物の最上部に、高萩市上和野では風化火山灰層の最下部に認められる。これらのことから、M1面は、箱根吉沢下部7テフラ及び赤城水沼9、10テフラ降下堆積以後から鬼界葛原テフラ降下堆積頃にかけて形成されたと推定され、南関東の下末吉面から小原台面（MIS5e～5c；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾）に対比される。

M2段丘堆積物は、久慈川、那珂川及び涸沼川等の河川に沿って分布し、下流部で広く分布する。坂本ほか（1972）⁽¹⁾、坂本（1975）⁽²⁾等は、久慈川下流部の段丘礫層を額田段丘礫層、那珂川下流部の段丘礫層を上市段丘礫層とし、M1段丘堆積物以後に形成された河成段丘礫層としている。貝塚ほか編（2000）⁽⁶⁶⁾等は、この堆積物から成る段丘面を額田面及び上市面とし、MIS5aに対比している。久慈川及び那珂川沿いでは、堆積物は主に礫及び砂から成り、涸沼川等の台地部の河川沿いでは、礫

混じり砂を主体とする。これらの堆積物は、いずれも下位のM1段丘堆積物等を削り込んでいる。堆積物を覆う風化火山灰層の中部に赤城鹿沼テフラ（約4.5万年前以前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾等）が、下部に赤城水沼1テフラ（約6.0万年前～約5.5万年前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾等）が認められる。これらのことから、M2面は赤城水沼1テフラ降下堆積以前に形成されたと推定され、南関東の武蔵野面のM₂面（MIS5a；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

M3段丘堆積物は、久慈川及び那珂川の下流にややまとまって分布するほか、河川沿いに断片的に分布する。貝塚ほか編（2000）⁽⁶⁶⁾等は、この堆積物から成る段丘面を塩ヶ崎面とし、MIS4に対比している。久慈川及び那珂川沿いでは、堆積物は礫を主体とする。堆積物を覆う風化火山灰層の最下部に赤城水沼1テフラが認められる。M3面は、M2面との境で段丘崖を成すことから、M2面の形成以降、赤城水沼1テフラ降下堆積以前に形成されたと推定され、南関東の武蔵野面のM₃面（MIS4；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

M4段丘堆積物は、M3段丘堆積物の縁に分布する。M4面はM3面との境で段丘崖を成すが、比高は小さいことからM3面形成に引き続き形成されたと推定される。

L1段丘堆積物は、久慈川、那珂川、山田川、里川等の主に中流から下流に分布する。堆積物は礫を主体とし、堆積物の下部に榛名八崎テフラ（約5.0万年前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾等）が認められる。また、堆積物を覆う風化火山灰層の最下部に赤城鹿沼テフラが認められる。これらのことから、L1面は榛名八崎テフラ降下堆積以降、赤城鹿沼テフラ降下堆積以前に形成されたと推定され、南関東の立川面のT_{c1}面（MIS3；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

L2段丘堆積物は、河川に沿って局所的に分布し、主に礫及び砂から成る。堆積物を覆う風化火山灰層の下部に始良T_nテフラ（約3.0万年前～約2.8万年前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾等）を含むことから、L2面は、始良T_nテフラ降下堆積以前に形成されたと推定され、南関東の立川面のT_{c2}面（MIS3；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

L3段丘堆積物は、河川に沿って局所的に分布し、主に礫及び砂から成る。堆積物を覆う風化火山灰層中に男体七本桜テフラ・男体今市テフラ（約1.5万年前～約1.4万年前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾等）が認められることから、L3面は、男体七本桜テフラ・男体今市テフラ降下堆積以前に形成されたと推定され、南関東の立川面のT_{c3}面（MIS2；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

L4段丘堆積物は、河川に沿って局所的に分布し、主に礫及び砂から成る。堆積物中に男体七本桜テフラ・男体今市テフラが認められることから、L4面は、男体七本桜テフラ・男体今市テフラ降下堆積以降に形成されたと推定される。

c. 沖積層

沖積層は、未固結の砂、シルト及び礫から成り、久慈川、那珂川、澗沼川等の下流部に広く分布するほか、現河川に沿って丘陵地、山地内等に細長く分布する。

d. 砂丘砂層

砂丘砂層は、未固結の淘汰の良い細粒砂から中粒砂より成り、太平洋岸の東海村

豊岡から銚田市にかけての海岸線に分布している。

(4) 深成岩類及び変成岩類

a. 深成岩類

深成岩類は、主に阿武隈山地南部の多賀山地に広く分布する阿武隈花崗岩類及び八溝山地等に点在する八溝花崗岩類及び筑波山地に分布する花崗岩類に区分される。

阿武隈花崗岩類は、主に黒雲母花崗閃緑岩から成る。本岩類は、松本ほか(2014)⁽⁷⁴⁾のカリウム-アルゴン(K-Ar)法による年代測定結果(約108Ma~89Ma)等から、白亜紀に日立変成岩類及び竹貫変成岩類に貫入したと考えられる。また、阿武隈花崗岩類の南東端部には片状花崗岩が分布し、田切ほか(2010)⁽⁴⁵⁾等によるウラン-鉛法によるジルコン粒子の年代値(約500Ma)から、カンブリア紀に日立古生層(日立変成岩類)下部の赤沢層に貫入したとされている。

八溝花崗岩類は、主に黒雲母花崗岩から成る。本岩類は、柴田ほか(1973)⁽⁷⁵⁾のカリウム-アルゴン(K-Ar)法による年代測定結果(約108Ma~65Ma)等から、主に白亜紀に八溝層群に貫入したと考えられる。

筑波山塊に分布する花崗岩類は、稲田花崗岩及び加波山花崗岩から成る。稲田花崗岩は主に角閃石黒雲母花崗閃緑岩から成り、加波山花崗岩は主に黒雲母花崗岩から成る。これらの花崗岩類は、河野・植田(1966)⁽⁷⁶⁾及び柴ほか(1979)⁽⁷⁷⁾のカリウム-アルゴン(K-Ar)法による年代測定結果から、白亜紀後期から古第三紀に筑波変成岩類及び吾国山変成岩類に貫入したと考えられる。

b. 変成岩類

変成岩類は、主に筑波山塊に分布する筑波変成岩類及び吾国山変成岩類に区分される。

筑波変成岩類及び吾国山変成岩類は、片麻岩、砂質片岩、ホルンフェルス等から成る。これら変成岩類は、白亜紀後期から古第三紀の稲田花崗岩及び加波山花崗岩に貫入されることから、先白亜系と推定される。

3.2.2.3 敷地周辺陸域の地質構造

(1) 概要

敷地周辺陸域の地質構造図を第3.2.5図に示す。

敷地周辺陸域の地質構造は、主に北部の山地から成る地域と、主に南部の台地及び低地から成る地域で異なった特徴を呈する。

北部における地質構造としては、久慈山地東部に阿武隈花崗岩類のカタクレーサイトから成るNNW-SSE方向に連続する幅4km~5kmの棚倉破碎帯がある。同破碎帯の東側の多賀山地には深成岩類の阿武隈花崗岩類及び変成岩類の日立変成岩類等が広く分布し、さらに、その東側の常磐海岸台地には、それらを不整合に覆って古第三系漸新統及び新第三系中新統が東に緩く傾斜して分布している。また、棚倉破碎帯内部には、カタクレーサイトを不整合に覆う新第三系中新統の金砂郷層群及び東金砂山層が傾斜して分布し、同破碎帯の西側には、金砂郷層群が東に傾斜して分布している。これら

の地層は、棚倉破砕帯西縁断層及び周囲に分布する断層並びに久慈川流域に分布するNNW-SSE方向及びNE-SW～E-W方向の断層で切断されている。

八溝山地には、新第三系に不整合で覆われる主に中生界の八溝層群が分布し、西又は北西に傾斜しており、数条の短い断層が分布している。

また、棚倉破砕帯の南部の久慈川下流部及び常磐海岸台地付近には、新第三系中新統を不整合に覆う新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層が、ほぼ水平に分布している。

南部における地質構造としては、台地及び低地に、主に第四系が広く分布する。

重力異常に関しては、大局的な地下深部構造を把握することを目的として、地質調査所編「日本重力データベース DVD版」(2013)⁽⁴²⁾等を参考に重力異常図を作成した。敷地周辺の重力異常図を第3.2.6図(1)に示す。

敷地北方の多賀山地南西縁付近に認められる重力異常の急勾配構造については、坂本ほか(1972)⁽¹⁾によれば、那珂市菅谷付近に低重力域の中心があり、東から西へ重力値が小さくなる。このことは、海岸沿いでは、多賀層の下位に先新第三系の基盤が直接接しており、それより西方の内陸部では、多賀層の下位に新第三系が厚く発達していることを示すものであるとしている。また、吉岡ほか(2001)⁽⁸⁾及び長谷川(1988)⁽⁷⁸⁾によれば、高重力異常域は高密度の古生層基盤岩の分布に一致し、急勾配構造は、棚倉構造線の南方端に対応するとしている。

これらの重力異常域と地下深部構造の関係を把握することを目的として、反射法地震探査等を実施した。反射法地震探査の測線位置図を第3.2.6図(1)に、解釈図を第3.2.6図(2)～(6)に示す。これによると、多賀山地付近の高重力異常から那珂台地付近の低重力異常に向かって、先新第三系の基盤上面が深くなっており、基盤上面と重力異常が調和的であることが認められる。また、反射法地震探査の結果によれば、久慈川以北で地表に露出する棚倉破砕帯の南方延長に相当する地質構造がLine-1、Line-2で認められ、重力異常は先新第三系の上面の高度分布を反映したものと判断される。Line-3、Line-A及びLine-Bでは高重力異常から低重力異常に向かって先新第三系の上面が深くなっており、重力異常と調和的である。なお、約5km以浅の重力異常分布の高重力異常域及び低重力異常域の分布の傾向は、沈み込み帯等の影響除去前の重力異常分布とほぼ同じであることから、重力異常分布には沈み込み帯の影響はほとんどなく、反射法地震探査記録から判読した地下構造と調和的であると考えられる。

磁気異常に関しては、敷地北方の海岸付近には正の磁気異常部が認められ、おおむねNNE-SSW方向に連続している。一方、敷地西方では負の磁気異常部が認められる(第3.2.7図)。

微小地震分布に関しては、気象庁(2017)⁽⁷⁹⁾に基づき、微小地震分布図を作成した(第3.2.8図(1)～(4))。2011年3月以降は、敷地北方の福島県と茨城県の県境付近及び敷地東方の海域と銚子沖付近で地震が集中して発生しており、震源深さの分布によると、深さ10km程度において内陸地殻内地震が、深さ80km程度以浅では、太平洋プレートの二重深発地震面がみられる。同様に中小地震も2011年3月以降、敷地北方の福島県と茨城県の県境付近及び敷地東方の海域で、地震が集中して発生してい

る。

棚倉破砕帯の東側の地域（福島県浜通りから茨城県北部）では、2011年東北地方太平洋沖地震発生以降、正断層型の内陸地殻内地震が多発しているが、棚倉破砕帯の地表断層位置と震央位置が離れており、棚倉破砕帯の走向とメカニズム解も調和的でないことより、棚倉破砕帯に関連する地震活動ではないものと考えられる。さらに、棚倉破砕帯の北方及び南方についても、地震が集中しているような状況は見られない。

敷地東方の海域では、2011年東北地方太平洋沖地震発生以降、F16断層、F8断層及びA-1背斜の近傍で地震が集中して発生している。

(2) 敷地周辺陸域の断層及びリニアメント

敷地周辺陸域には、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾、地質調査所編（1992）⁽²⁷⁾、地質調査所（1997）⁽²⁵⁾、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾、地震調査委員会（2015）⁽³⁰⁾等により活断層、推定活断層等が記載されている（第3.2.9図）。

敷地周辺陸域について、社団法人土木学会原子力土木委員会（1999）⁽⁸⁰⁾、井上ほか（2002）⁽⁸¹⁾等のリニアメント・変動地形の分類の例を参考に敷地周辺の地域特性を考慮して空中写真判読の基準を作成し、変動地形学的調査を実施した。変動地形判読基準を第3.2.2表に、敷地周辺陸域の変動地形学的調査結果を第3.2.10図に示す。

a. 棚倉破砕帯西縁断層（の一部）

a) 文献調査結果

棚倉破砕帯西縁断層（の一部）は、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾において走向がNNW-SSE方向、長さ7km、確実度Ⅲ（活断層の疑いのあるリニアメント）として記載されている。ただし、岩質の相違によるものである可能性が大きいとも記載されている。このリニアメントについて、地震調査委員会（2015）⁽³⁰⁾は活断層の可能性の低い構造として評価している。また、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾では、この南方の常陸太田市西染町及び中染町付近には長さ約4km以下のリニアメントが4条記載されている。これらのリニアメントは、活断層研究会編（1980）⁽²³⁾では確実度Ⅲとされていたが、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾では組織地形又は河食崖である可能性が強いとし、「削除」とされている。

桑原（1981）⁽⁸²⁾においては、本断層について、リニアメントはしばしば断層崖から成るけれども、これらに沿って段丘面や河谷などの横ずれ変位は見られないし、縦ずれ変位も顕著なものではないらしいとしている。また、鈴木（2004）⁽⁸³⁾は、この付近における形態的特徴から、山田川沿いの直線谷と直線の急崖を、それぞれ直線的な線状の削剥地形である断層線谷と断層線崖としている。

今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾においては、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾に記載された、断層北方の常陸太田市取上から滝沢にかけての7kmの区間のリニアメントは記載されておらず、南方の西染町及び中染町付近に長さ約4km以下の推定活断層が2条記載されている。

地質調査所（1984）⁽²⁶⁾、吉岡ほか（2001）⁽⁸⁾、久保ほか（2007）⁽⁹⁾及び地質調査所（2016）⁽¹⁰⁾では、これらの地域に活構造を示していない。また、常陸太田市国安町原より南方において、活構造を記載している文献は確認されない。

b) 変動地形学的調査結果

変動地形学的調査結果を第3.2.11図に示す。

活断層研究会編(1991)⁽²⁴⁾に記載される棚倉破砕帯西縁断層(の一部)付近に、同方向のリニアメントが常陸太田市湯草北西から常陸太田市田ヶ町にかけての約7kmの区間に連続して判読される。これより北方の久慈郡大子町取上以北では、リニアメントは判読されない。判読されたリニアメントはL_cランクで、崖線及び三角状の急崖等として認められる。高度差としては東側が低い。また、このリニアメントの東側に並列して、常陸太田市下高倉町馬次東方及び田ヶ町東方付近において、長さ約2kmのL_bランクのリニアメントが2条判読される。2条のリニアメントのうち、北側については断続的で不鮮明な鞍部及び急斜面として判読され、高度差としては西側が低い。南側については断続的な三角状の急崖として判読され、高度差としては西側が低い。なお、リニアメント周辺の山頂付近の接峰面高度はほぼ同程度であり、リニアメントの両側で水系の食い違いも認められない(第3.2.12図及び第3.2.13図)。

また、西染町及び中染町付近において、今泉ほか編(2018)⁽²⁹⁾に記載される推定活断層付近に、同方向で長さ約5kmと約2kmのL_bランクのリニアメントが確認される。2条のリニアメントのうち、東側については断続的で不鮮明な急崖として判読され、高度差としては西側が低い。西側については断続的で不鮮明な三角状の急斜面等として判読され、高度差としては東側が低い。

なお、原東方付近及びそれ以南においては、リニアメントは判読されない。原東方付近では、断層を横断して分布するL1段丘面に変位・変形は認められない。

(第3.2.14図)。L1段丘面の構成層の上部には厚さ約1.5mのローム層及び表土が分布し、ローム層の直下には厚さ約15cmの細粒軽石層が認められ、これが赤城鹿沼テフラ(約4.5万年前以前;町田・新井(2003)⁽⁷¹⁾等)に対比されることから、この段丘面の離水年代はおおむね5万年前と判断される。

原南方の久慈川付近で実施した反射法探査Line-1測線では、棚倉破砕帯西縁断層の南方延長に相当する地質構造が認められる。常陸太田市天神林町付近では、棚倉破砕帯西縁断層を横断して分布するM1段丘面が分布しており、段丘面に変位・変形は認められない(第3.2.15図)。小池・町田編(2001)⁽²⁸⁾によれば、この段丘面はMIS5eの海成段丘とされている。また、地表地質調査結果からは、段丘堆積物上に厚さ約3mのローム層及び表土があり、地表から約1m下に厚さ約15cmの赤城鹿沼テフラ(約4.5万年前以前;町田・新井(2003)⁽⁷¹⁾等)に同定される軽石層が、この軽石層の下位約2m付近のローム層下部には鬼界葛原テフラ(約9.5万年前;町田・新井(2003)⁽⁷¹⁾)が認められ、さらにその下位に数10cmのローム層が分布することから、この段丘面の堆積年代はMIS5eと判断される。

c) 地表地質調査結果

判読されたリニアメント周辺の地質図を第3.2.16図に、地質断面図を第3.2.17図に示す。

判読されたリニアメント周辺には、阿武隈花崗岩類のカタクレーサイト、新第

三系中新統として、金砂郷層群の浅川層、男体山火山角礫岩、西染層、苗代田層、大門層及び瑞龍層並びに東金砂山層、鮮新統～下部更新統の久米層、第四系の段丘堆積物等が分布している。このうち、中新統以下の地層には棚倉破砕帯西縁断層による大きな変位が認められ、断層の両側には、急傾斜した構造も認められる。このような構造は、久慈郡大子町小生瀬東方から南方の山田川下流部の常陸太田市芦間町付近にかけて一様に連続している。

判読されたリニアメントのうち、湯草北西から常陸太田市田ヶ町の約7kmの区間で判読されたL_cランクのリニアメントについては、リニアメントにはほぼ一致して棚倉破砕帯西縁断層が確認される。北部の湯草北西から馬次の約4kmの区間では、断層の西側には主に男体山火山角礫岩が、東側には礫岩及び砂岩から成る東金砂山層が分布し、南部の馬次から田ヶ町の約3kmの区間では、断層の西側には礫岩から成る西染層が、東側には礫岩及び砂岩から成る東金砂山層が分布する。

常陸太田市上高倉町釜の平では、男体山火山角礫岩と東金砂山層とを境する断層露頭が認められる。この露頭では、何回かの断層活動を示す複数の破砕組織が認められ、このうち幅約0.5cmの軟質な粘土を伴う断層面は、他の破砕組織を切断していることから、最も新期に活動したものと考えられる（第3.2.18図）。

常陸太田市下高倉町畑中では、東金砂山層と西染層とを境する断層露頭が認められる（第3.2.19図）。この露頭では釜の平の露頭と同様に、何回かの断層活動を示す複数の破砕組織が認められ、このうち幅約0.2cmの軟質な粘土を伴う断層面は、他の破砕組織を切断していることから、最も新期に活動したものと考えられる（第3.2.20図）。

釜の平及び畑中で確認された断層のうち、最も新期に活動したものと考えられる断層面について薄片観察を行った結果、非対称変形組織は両者とも左ずれ卓越の変位センスを示している。

リニアメントが判読されない田ヶ町以南でも、中新統を切る棚倉破砕帯西縁断層は連続しており、常陸太田市天下野町百目木の沢部での連続露頭では、東金砂山層と西染層とを境する断層及び西染層中の断層が認められる。これらの断層は、いずれも断層面が平面的ではなく、破砕部はやや固結している（第3.2.21図、第3.2.22図、第3.2.23図）。本断層の薄片観察を行った結果、非対称変形組織は東上がり、右ずれの変位センスを示している。また、この断層露頭北方には、H面が分布しており、本段丘面においてトレンチ調査を実施した結果、沢部の連続露頭と同様に東金砂山層と西染層とを境する断層が認められる。

本断層は断層面が平面的ではなく、破砕部はやや固結しており、H段丘堆積物に変位・変形を与えていない（第3.2.24図）。本堆積物は主に礫から成り、礫は風化し、くさり礫化している。堆積物を覆う風化火山灰層は、鬼界葛原テフラを含む。なお、本段丘面においてボーリング調査を実施した結果、その直下の地質構造は、中央部急傾斜区間で全体的に急傾斜をなし、せん断構造等も多く認められるが、断層面は湾曲し、破砕部は固結している。また、段丘面の東側には、段丘面を西側へ傾動させる西側傾斜の逆断層は認められず、基盤岩を覆うH段丘堆積物

はほぼ水平に分布している（第3.2.25図）。

また、リニアメントが判読されない湯草以北でも、中新統を切る棚倉破砕帯西縁断層は連続しているが、大子町取上北方の露頭では東金砂山層と苗代田層とを境する断層が認められる。本断層は断層面が平面的ではなく、破砕部はやや固結している（第3.2.26図）。本断層の薄片観察を行った結果、非対称変形組織は右ずれ卓越の変位センスを示している。

L_cランクのリニアメントに並走する2条のL_dランクのリニアメントのうち、馬次東方付近に判読されるリニアメントは、中新統を切る棚倉破砕帯西縁断層から約500m東方に位置しており、直下及び近傍には連続する断層は存在しておらず、リニアメントは東金砂山層の岩相が変化する付近に位置している。

馬次東方約300mの地点には、リニアメントを横断して東金砂山層の連続露頭が認められる（第3.2.27図）。リニアメント直下には砂岩がリニアメントにおおむね平行な走向で西に約30°傾斜しており、砂岩の両側には礫岩が連続している。所々に変位を伴う断層が認められるが、いずれも断層面の癒着した断層である。

田ヶ町付近に判読されるリニアメントは、中新統を切る棚倉破砕帯西縁断層から約100m東方に位置しており、直下及び近傍には連続する断層は存在しておらず、リニアメントは東金砂山層の岩質が変化する付近に位置している。

田ヶ町付近の沢には、リニアメントを横断して東金砂山層の連続露頭が認められる（第3.2.28図）。リニアメントの東側には硬質な砂岩が、西側には節理の多い泥岩を挟む砂岩がリニアメントにおおむね平行な走向で西に急傾斜している。露頭の西端部には、断層面の癒着した断層が認められるが、走向はリニアメントと斜交している。

L_cランクのリニアメント南方の西染町及び中染町付近において判読された2条のL_dランクのリニアメントのうち、中染町付近では、西染層と東金砂山層とを境する断層が認められる（第3.2.29図、第3.2.30図（1）～（3））。本断層は、百目木で確認された断層と同様に、断層面が平面的ではなく、破砕部はやや固結している（第3.2.31図）。

西染町西方で判読されたリニアメントは、中新統を切る棚倉破砕帯西縁断層から約500m西方に位置しており、西染層中の小規模な断層や節理の発達程度が異なる境界付近に位置し、小規模な断層は認められるが連続する断層は認められない。

常陸太田市西染町小室西方付近には、リニアメントを横断して西染層の連続露頭が認められる（第3.2.32図）。露頭には、小規模な断層が認められるものの、走向はリニアメントに斜交し、破砕部も固結している（第3.2.33図）。

常陸太田市和久町和館付近では、リニアメントを横断して西染層のほぼ連続した露頭が認められる。リニアメントの西側には節理がほとんど認められない塊状の砂岩が分布する。一方、東側では節理の多い泥岩を挟む砂岩が分布し、所々に断層面の癒着した断層が認められる。リニアメント付近には、断層面の癒着した断層が複数認められるが、連続する断層は認められない（第3.2.34図）。

また、棚倉破砕帯西縁断層に沿って流下する山田川の流域では、断層の両側で第四系の段丘堆積物の分布標高はほぼ同様であり、段丘面は上流から下流にかけて徐々に高度を減じている。

芦間町付近の地質図を第3.2.35図に示す。芦間町付近では、棚倉破砕帯西縁断層の西側に中新統の大門層が、東側に瑞龍層が分布しており、これらの地層を鮮新統～下部更新統の久米層が不整合に覆っている。

芦間町南方露頭①では、大門層は全体に破砕され、層理面は急傾斜を示し、棚倉破砕帯西縁断層が極近傍に位置すると考えられる。大門層は全体に破砕されているが固結しており、これらの破砕部を切断する平面的で連続性の良い断層面及び軟質粘土状破砕部は認められない。この大門層破砕部は久米層に不整合に覆われている。久米層は部分的に層理面が急傾斜し、露頭下部ではほぼ直立する部分も見られるが、露頭上部では緩い傾斜である（第3.2.36図（1）、（2））。

棚倉破砕帯西縁断層の東側に分布する中新統の瑞龍層と久米層との地層境界は大局的にはNW-SE方向でやや直線的であるが、両層とも層理面の傾斜は緩く、不整合関係で接している。（第3.2.36図（3））。

更に南方では、棚倉破砕帯西縁断層の南方延長推定位置を挟んだ2地点で実施したボーリング調査の結果、久米層の下位には、西側地点では中新統の大門層、東側地点では中新統の瑞龍層が分布していることから、棚倉破砕帯西縁断層はこの2地点のボーリング孔の間に位置していると判断される（第3.2.37図、第3.2.38図）。

ボーリング地点の約100m北方付近では、棚倉破砕帯西縁断層の推定位置を横断する地表の連続露頭の観察の結果、芦間町南方露頭②において棚倉破砕帯西縁断層の走向と一致する断層が認められた（第3.2.39図）。この断層は、久米層に見かけ西側隆起数10cmの変位を与えているが、断層面の平面性は低く連続性はやや不明瞭であり、粘土状破砕部を伴わない（第3.2.40図（1）、（2））。

d) 棚倉破砕帯西縁断層（の一部）の評価

棚倉破砕帯西縁断層（の一部）位置付近で判読されたL_cランクのリニアメントは、中新統を切る棚倉破砕帯西縁断層とほぼ一致する。本リニアメント付近で認められた最新活動時期を示す断層は、いずれも断層面が平面的であり、破砕部が軟質であること、本断層の最新活動時期を評価するための段丘面等が分布しないことから、後期更新世以降の活動を否定することができない。

一方、本リニアメントが判読されない湯草以北及び田ヶ町以南においても中新統を切る棚倉破砕帯西縁断層は連続しており、取上北方及び百目木で確認された断層は、いずれも断層面が平面的ではなく破砕部はやや固結ないしは固結していること、百目木で実施したトレンチ調査等の結果、本断層はH段丘堆積物に変位・変形を与えていないことから、取上北方及び百目木では少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

棚倉破砕帯西縁断層（の一部）の南方で判読された2条のリニアメントのうち、中染町付近のリニアメントについては、西染層と東金砂山層とを境する断層が確

認されるが、百目木で確認された断層と同様、断層面が平面的ではなく、破碎部はやや固結している。西染町付近のリニアメントについては、中新統を切る棚倉破碎帯西縁断層とは一致していない。一部のリニアメント付近の露頭においては小規模な断層が認められるが、連続するものではない。しかしながら、いずれのリニアメントも上載地層との関係が確認できないため後期更新世以降の活動が否定できない。

中新統を切る棚倉破碎帯西縁断層近傍で認められる大きな変位や急傾斜した構造は、百目木から南方の山田川下流部の芦間町付近にかけて一様に連続している。変動地形学的調査結果によると、原東方以南ではリニアメントは判読されず、原東方付近では、棚倉破碎帯西縁断層を横断して分布するL1段丘面に変位・変形は認められない。棚倉破碎帯西縁断層の南方延長部である芦間町周辺では、久米層が断層を覆ってほぼ水平に連続して分布しており、久米層には累積的な変位・変形は認められない。さらに南方の天神林町付近では、棚倉破碎帯西縁断層を横断して分布するM1面に変位・変形は認められない。

なお、棚倉破碎帯西縁断層（の一部）の東方で判読された馬次東方及び田ヶ町東方付近の2条のリニアメントについては、中新統を切る棚倉破碎帯西縁断層とは一致していない。一部のリニアメント付近の露頭においては断層面の癒着した断層が認められるが、連続するものではない。これらの判読されたリニアメントは、東金砂山層の岩質が異なることに起因する侵食に対する抵抗性の差を反映した鞍部及び三角状の急崖によるものと考えられる。

以上のことから、後期更新世以降の活動が否定できない取上北方から百目木までの約13km及び百目木から原東方までの長さ約5kmの計約18kmについて、震源として考慮する活断層として評価する。

b. 棚倉破碎帯東縁付近の推定活断層

a) 文献調査結果

活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾において、确实度Ⅲ（活断層の疑いのあるリニアメント）として同方向に、3条記載されている。これらは北から順に福島県石川郡浅川町古屋敷から福島県東白川郡塙町小高東方にかけての約7km、福島県東白川郡塙町板庭から福島県東白川郡塙町干泥にかけての約9km及び福島県東白川郡矢祭町入宝坂から福島県東白川郡矢祭町道清にかけての約9kmであり、それぞれが約3km～約5kmの間隔で記載されている。これらは棚倉破碎帯に沿ったもので、岩質の差異によるものである可能性が大きいとされている。

また、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾によれば、福島県・茨城県の県境付近の阿武隈山地と久慈山地との境界には約20km、西側落下の推定活断層が、地質調査所（2016）⁽¹⁰⁾においても約20kmの活動セグメント（棚倉構造線活動セグメント）が記載されており、これらの北部は活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾に記載されている入宝坂から道清の确实度Ⅲ（活断層の疑いのあるリニアメント）とほぼ同様の位置である。

なお、古屋敷から小高東方においては、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾ 以外には

リニアメントを記載している文献は無く、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾において、「岩質の差異による組織地形の可能性が大きい」とされている。

b) 変動地形学的調査結果

変動地形学的調査結果を第3.2.41図に示す。

活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾において記載された確実度Ⅲ（活断層の疑いのあるリニアメント）付近では、福島県東白川郡塙町上渋井から福島県東白川郡矢祭町中石井にかけての約5kmの区間にL_cランク及びL_dランクで、高度差としては西側が低く三角状の急崖等から成るリニアメント、福島県東白川郡塙町板庭北方から入宝坂北方にかけての約9kmの区間にL_cランク及びL_dランクで、高度差としては東側が低く三角状の急斜面等から成るリニアメント、福島県東白川郡塙町押立から福島県東白川郡矢祭町追分北方にかけての約8kmの区間にL_cランク及びL_dランクで、高度差としては一部で西側が低く三角状の急崖等から成るリニアメント、並びに福島県東白川郡矢祭町追分から福島県東白川郡矢祭町馬渡戸南西方にかけての約3.5kmの区間にL_dランクの鞍部等から成るリニアメントが、それぞれ判読される。一方、北側の古屋敷から小高東方では、リニアメントは判読されない。

また、この南方の今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾において記載される推定活断層付近では、約21kmのリニアメントが判読される。リニアメントは北端部の矢祭町入宝坂から福島県・茨城県境の明神峠付近までがL_cランクで、三角状の急崖、急斜面等として、明神峠から南端部の茨城県常陸太田市折橋町までがL_dランクで、断続的で不鮮明な三角状の急斜面、鞍部等として認められる。高度差としてはいずれも西側が低い。

なお、上記リニアメントの周辺には、文献に記載されていない箇所でもL_dランクのリニアメントが数条判読されるが、いずれも数km以下で、それぞれの連続性も認められない。

c) 地表地質調査結果

判読されたリニアメント周辺の地質図を第3.2.42図に、地質断面図を第3.2.43図(1)、(2)に示す。

判読されたリニアメント周辺には、先白亜系の竹貫変成岩類、白亜系の阿武隈花崗岩類、古第三系～白亜系のカタクレーサイト、新第三系中新統の久保田層、赤坂層及び東金砂山層、新第三系鮮新統の仁公儀層並びに第四系等が分布している。

上渋井から中石井にかけて判読されたリニアメントは、カタクレーサイトと赤坂層とを境する断層等とほぼ一致している。中石井では、リニアメントの直下にカタクレーサイトと赤坂層とを境する断層露頭が認められるが、断層面が平面的ではなく、破碎部はやや固結しており、これを切る新期の断層面は認められない（第3.2.44図、第3.2.45図、第3.2.46図）。

板庭北方から入宝坂北方にかけて判読されたリニアメントは、北部ではカタクレーサイトの岩相を境する断層とおおむね一致しており、南部ではカタクレーサイトと赤坂層とを境する断層とおおむね一致するが、一部では本断層から100m程

度西側に位置する。リニアメント北部の福島県塙町川上西方では、リニアメントを横断する連続露頭において、塊状のカタクレサイトと片状のカタクレサイトとを境する断層露頭が認められるが、断層面が平面的ではなく、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められない（第3.2.47図、第3.2.48図、第3.2.49図）。

リニアメント南部の福島県東白川郡塙町戸中では、リニアメント直下の斜面の傾斜変換部で実施したトレンチ調査の結果、斜面堆積物の下位に風化したカタクレサイトが認められた。カタクレサイトには新期の断層は認められず、傾斜変換部の山側でアプライト脈及び石英脈が多く認められる。また、カタクレサイトを被覆する斜面堆積物に変形は認められない。本斜面堆積物は、基底部付近に鬼界葛原テフラ及び沼沢芝原テフラ（約13万年前～約9万年前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾）を含むこと等から、約13～約9万年前以降連続的に堆積したものと判断される（第3.2.50図、第3.2.51図（1）、（2））。

押立から追分北方にかけて判読されたリニアメント付近には、北西部において竹貫変成岩類が、南東部において阿武隈花崗岩類がリニアメントを横断して分布しており、竹貫変成岩類と阿武隈花崗岩類との境界は連続的であり、断層による変位は認められない。福島県東白川郡塙町の雷滝では、リニアメントを横断する阿武隈花崗岩類の連続露頭において阿武隈花崗岩類に断層は認められない（第3.2.52図）。リニアメントに沿って分布する湯川河床部の露頭には、リニアメントと同方向の節理が卓越している。

追分から馬渡戸南西方にかけて判読されたリニアメントは、阿武隈花崗岩類中の断層とほぼ一致している。馬渡戸では、リニアメントが通過する鞍部直下で実施したトレンチ調査において阿武隈花崗岩類中に断層が認められるが、断層面は平面的ではなく、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められない（第3.2.53図、第3.2.54図）。

入宝坂から明神峠にかけて判読されたリニアメントは、東側の阿武隈山地に分布する阿武隈花崗岩類と西側の久慈山地に分布するカタクレサイトとを境する棚倉破碎帯東縁断層（大槻（1975）⁽⁵³⁾）にほぼ一致しているが、北端部ではカタクレサイトの分布域にあり、南部では阿武隈花崗岩類と東金砂山層の不整合境界と一致している。福島県東白川郡矢祭町折屋では、リニアメントを横断する連続露頭においてカタクレサイトと阿武隈花崗岩類とを境する断層が認められる（第3.2.55図、第3.2.56図、第3.2.57図）。カタクレサイトと阿武隈花崗岩類との境界は、複数の断層が分布する漸移的な境界断層として認められるが、いずれの断層も断層面が平面的ではなく、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められない。道清では、リニアメント付近で東側に阿武隈花崗岩類が、西側にカタクレサイトが分布していることから、両者を境する棚倉破碎帯東縁断層が推定され、東金砂山層はこれらの地層を不整合に覆っている（第3.2.58図、第3.2.59図、第3.2.60図、第3.2.61図）。東金砂山層には断層が認められるが、層理面に平行で断層面は癒着し、挟在する粘土状破碎部も固結してお

り、これを切る新期の断層面は認められない。

明神峠から折橋町にかけて判読されたリニアメントは、東側の阿武隈山地に分布する竹貫変成岩類と西側の久慈山地に分布する東金砂山層の礫岩等との不整合境界にほぼ一致しており、リニアメント付近の東金砂山層の礫岩等の走向傾斜に乱れは認められず、リニアメントと一致する断層は認められない。常陸太田市小妻町では、リニアメント付近で東金砂山層と竹貫変成岩類の不整合面が認められ、東金砂山層には複数の断層が認められるが、いずれも断層面は癒着している(第3.2.62図、第3.2.63図、第3.2.64図)。さらに、小妻町の今泉ほか編(2018)⁽²⁹⁾において記載される推定活断層の直下で実施したトレンチ調査では、東金砂山層に破碎部や急傾斜構造は認められない(第3.2.65図、第3.2.66図)。なお、活断層研究会編(1991)⁽²⁴⁾で古屋敷から小高東方にかけて記載された確実度Ⅲ(活断層の疑いのあるリニアメント)の位置付近には断層は認められず、同リニアメントの東側には先新第三系の竹貫変成岩類(片麻岩)、西側には新第三系の久保田層(砂岩)及び赤坂層(礫岩)が分布し、先新第三系と新第三系が不整合関係で接している。また、上渋井以南の断層近傍の新第三系は層理面が著しく傾斜しているが、同リニアメント付近の新第三系の層理面の傾斜は緩く、断層の存在を示唆する急傾斜構造も認められない。地質図を第3.2.67図に、地質断面図を第3.2.43図(1)、(2)に、露頭スケッチを第3.2.68図から第3.2.72図に示す。

なお、活断層研究会編(1991)⁽²⁴⁾で古屋敷から小高東方にかけて示された確実度Ⅲのリニアメントの西方の殿山西方付近には、部分的にNNE-SSW方向の急斜面部があり、島本ほか(1998)⁽⁸⁴⁾等によれば、この地形周辺の地質については、主に砂岩から成る中新統の久保田層と、その上位の主に礫岩及び砂岩から成る鮮新統の仁公儀層から成り、断層は記載されていない。この地形の周辺について地表地質調査の結果、急斜面の位置は仁公儀層の礫岩の分布の東端にほぼ一致しており、硬質な仁公儀層の礫岩と下位の軟質な久保田層の砂岩との境界が緩やかに西方に傾斜している(第3.2.73図(1)～(3))。

d) 棚倉破碎帯東縁付近の推定活断層の評価

棚倉破碎帯東縁付近の推定活断層付近で判読されたリニアメントのうち、上渋井～中石井にかけて判読されたリニアメントは、カタクレーサイトと赤坂層とを境する断層等とほぼ一致している。これらの断層は断層面が平面的ではなく、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められないが、上載地層との関係が確認できないため後期更新世以降の活動が否定できない。

板庭北方から入宝坂北方にかけて判読されたリニアメントは、北部ではカタクレーサイトの岩相境界の断層とおおむね一致しており、南部ではカタクレーサイトと赤坂層とを境する断層とおおむね一致している。これらの断層は断層面が平面的ではなく、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められないが、上載地層との関係が確認できないため後期更新世以降の活動が否定できない。

押立から追分北方にかけて判読されたリニアメント付近に断層は認められない。判読されたリニアメントは、阿武隈花崗岩類中に同方向の節理が卓越することによる侵食に対する抵抗性の差を反映した三角状の急崖等と考えられる。

追分から馬渡戸南西方にかけて判読されたリニアメントは、阿武隈花崗岩類中の断層におおむね一致している。本断層は断層面が平面的ではなく、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められないことから、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。判読されたリニアメントは、阿武隈花崗岩類中の破碎部と周辺の花崗岩類との侵食に対する抵抗性の差を反映した鞍部等と考えられる。

入宝坂から明神峠にかけて判読されたリニアメントは、阿武隈花崗岩類とカタクレサイトとを境する棚倉破碎帯東縁断層とほぼ一致している。本断層は断層面が平面的ではなく、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められないこと、南部では棚倉破碎帯東縁断層を不整合に覆っている東金砂山層に断層は認められるが層理面に平行で断層面は癒着し、挟在する粘土状破碎部も固結しているが、上載地層との関係が確認できないため後期更新世以降の活動が否定できない。

明神峠から折橋町にかけて判読されたリニアメントは、竹貫変成岩類と東金砂山層の不整合境界にほぼ一致しており、リニアメント付近の東金砂山層の走向傾斜に乱れは認められず、リニアメントと一致する断層は認められない。判読されたリニアメントは、竹貫変成岩類と東金砂山層の侵食に対する抵抗性の差を反映した三角状の急斜面、鞍部等と考えられる。

なお、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾で古屋敷から小高東方にかけて記載された確実度Ⅲ（活断層の疑いのあるリニアメント）付近には、リニアメントが判読されず、新第三系中新統又は鮮新統の堆積岩と竹貫変成岩類との不整合境界とおおむね一致していることから、両者の侵食に対する抵抗性の差を反映した地形と推定される。

以上のことから、上渋井から明神峠までの20kmを震源として考慮する活断層として評価する。

c. 関口ー黒磯リニアメント

a) 文献調査結果

関口ー黒磯リニアメントは、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾において、走向がN-S方向、長さ10km、確実度Ⅲ（活断層の疑いのあるリニアメント）として記載されている。また、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾においては、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾に記載されたリニアメントの中央部約2kmの区間が記載されておらず、北方に約6km延長した東側落下の推定活断層が記載されている。地質調査所（2016）⁽¹⁰⁾では、高萩活動セグメントと呼ばれ、長さ17km、西側隆起の逆断層とされている。久保ほか（2007）⁽⁹⁾及び地質調査所（1984）⁽²⁶⁾では活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾等が示す位置付近に活構造を図示していない。地震調査委員会（2015）⁽³⁰⁾においては、確実度がⅢと低く、連続性や活動度も乏しいことから、活断層の可

能性は低いとされている。

b) 変動地形学的調査結果

変動地形学的調査結果を第3.2.74図に示す。

活断層研究会編(1991)⁽²⁴⁾に記載される関口-黒磯リニアメント及び今泉ほか編(2018)⁽²⁹⁾に記載された推定活断層の位置付近に、ほぼ同方向のリニアメントが、北茨城市磯原町内野付近から日立市黒磯にかけての約15kmの区間で断続して判読される。判読されたリニアメントは、いずれもL₀ランクであり、断続的で不鮮明な三角状の急斜面等として認められる。高度差としては東側が低い。なお、高萩市上和野のリニアメント付近に分布するM1面について、航空レーザ計測により作成した1mグリッドの数値標高データ及び米軍の撮影した空中写真から作成した地形図による地形分析の結果、M1面にリニアメントは認められない(第3.2.75図)。

c) 地表地質調査結果

判読されたリニアメント周辺の地質図を第3.2.76図に、地質断面図を第3.2.77図に示す。

判読されたリニアメント周辺には、先白亜系の日立変成岩類等、白亜系の阿武隈花崗岩類、古第三系漸新統の白水層群、新第三系中新統の多賀層群及び第四系の段丘堆積物が分布している。

多賀山地の東側では、日立変成岩類等及び阿武隈花崗岩類を東に緩く傾斜している白水層群及び多賀層群が不整合に覆って分布し、さらに、第四系の地層がそれらの地層を不整合に覆って部分的に分布する。

判読されたリニアメントは、日立変成岩類等及び阿武隈花崗岩類とそれらを不整合に覆う白水層群の地層境界とおおむね一致しており、その付近の白水層群の走向傾斜に乱れは認められず、リニアメントと一致する断層は認められない。

大北川北方のリニアメント直下においてボーリング調査を実施した結果、断層は認められるが、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められない。また、大北川では、リニアメントを横断して阿武隈花崗岩類の連続露頭が確認され、阿武隈花崗岩類に断層は認められない(第3.2.78図、第3.2.79図)。

判読されたリニアメントを横断する多々良場川では、阿武隈花崗岩類の露頭がほぼ連続的に確認され、阿武隈花崗岩類に断層は認められない(第3.2.80図)。

判読されたリニアメント付近の高萩市桑作の露頭においては、阿武隈花崗岩類と白水層群の不整合面が認められる。本露頭では小規模な断層は認められるが断層面は癒着している(第3.2.81図、第3.2.82図)。

高萩市上和野では、リニアメントを横断して東に緩やかに傾斜するM1面が分布しており、ボーリング調査を実施した結果、砂礫から成るM1段丘堆積物とこれを覆って、最下部に鬼界葛原テフラを含む風化火山灰層が認められる。なお、M1段丘堆積物の基底は地形とおおむね調和的である(第3.2.83図)。

d) 関口-黒磯リニアメントの評価

関口-黒磯リニアメント付近で判読されたリニアメントは、日立変成岩類等及

び阿武隈花崗岩類とそれらを不整合に覆う漸新統の白水層群の地層境界とおおむね一致している。

判読されたリニアメント付近において、白水層群の走向傾斜に乱れは認められず、リニアメント直下で実施したボーリング調査結果では断層が認められるが、破碎部は固結しており、これを切る新期の断層面は認められない。また、リニアメントを横断して分布する阿武隈花崗岩類の露頭では、断層は認められない。

判読されたリニアメントを横断して分布するM1面は、連続的に東に緩やかに傾斜しておりリニアメントは認められない。また、このM1面で実施したボーリング調査の結果によると、本段丘堆積物の基底は地形とおおむね調和的である。

以上のことから、判読されたL_bランクのリニアメントは、ほとんどが日立変成岩類等及び阿武隈花崗岩類と白水層群との地層境界にほぼ一致しており、主にこれらの侵食に対する抵抗性の差を反映した断続的で不鮮明な三角状の急斜面等によるものと考えられる。

d. 関口ー米平リニアメント

a) 文献調査結果

関口ー米平リニアメントは、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾において、走向がNE-SW方向、長さ10km、確実度Ⅲ（活断層の疑いのあるリニアメント）として記載されている。また、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾においては、当該リニアメントとほぼ同位置に河川を左屈曲させる推定活断層が記載されている。久保ほか（2007）⁽⁹⁾、地質調査所（2016）⁽¹⁰⁾及び地質調査所（1984）⁽²⁶⁾では活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾等が示す位置付近に活構造は記載されていない。

b) 変動地形学的調査結果

変動地形学的調査結果を第3.2.74図に示す。

活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾に記載される関口ー米平リニアメント位置付近に、ほぼ同方向のリニアメントが高萩市金成北東から米平東方にかけての約6kmの区間に判読される。判読されたリニアメントは、南西側約4kmの区間でL_cランク、北東側の区間でL_bランクであり、ほぼ直線状の谷に三角状の急崖、鞍部並びに花貫川に約700m及び関根前川に約500mの左屈曲等として認められる。

リニアメント周辺の水系には北東及び南東の2方向が多く、見かけ上左屈曲の蛇行が見受けられる（第3.2.84図）。なお、関根前川に約500mの左屈曲が認められる地点の北東約200mよりも北東側には、リニアメントは認められない。

c) 地表地質調査結果

判読されたリニアメント周辺の地質図を第3.2.76図に、地質断面図を第3.2.85図に示す。

判読されたリニアメント周辺には、白亜系の阿武隈花崗岩類の黒雲母花崗閃緑岩が分布しており、河川沿いに第四系の沖積層や崖錐～扇状地堆積物が小規模に分布している。

判読されたリニアメント付近には、熱水変質を受けた黒雲母花崗閃緑岩の破碎部の露頭が数か所で認められるが、空中写真判読によって約500mの左屈曲が認め

られた関根前川の北東約400mの沢では、リニアメント延長線上に黒雲母花崗閃緑岩の健岩がほぼ連続的に分布している。関根前川東方付近のルートマップを第3.2.86図に示す。

なお、今泉ほか編(2018)⁽²⁹⁾において記載された推定活断層の北東端部付近にあたる関根前川の北東約400mの沢では、阿武隈花崗岩類の黒雲母花崗閃緑岩中に固結した小規模な熱水変質部にせん断面がわずかに認められる(第3.2.87図)。この延長方向に当たる関根前川の北東約700mの沢では、リニアメントと同方向の破砕部は認められない(第3.2.88図)。

高萩市鳥曾根南西の露頭では、節理沿いに熱水変質部を伴う黒雲母花崗閃緑岩中に破砕部が認められる。最も顕著な破砕部は黒雲母花崗閃緑岩のレンズ状部から成るが、レンズ状部及びその周囲は熱水変質部に移り変わっており熱水変質部は固結している(第3.2.89図)。この固結した熱水変質部には、鉛直方向の条線を伴う複数のせん断面が認められるが、連続するせん断面は認められない。また、固結した熱水変質部と黒雲母花崗閃緑岩との境界部にも連続したせん断面は認められず、一部は漸移的な境界から成る。なお、破砕部の上位に完新統の扇状地堆積物があり、堆積物には変位は認められない。

高萩市金成北東の露頭では、熱水変質を受けた黒雲母花崗閃緑岩中に、古第三系の白水層群と考えられる粗粒砂岩及び細粒砂岩を約30cm幅で挟在した破砕部が認められる(第3.2.90図)。この粗粒砂岩及び細粒砂岩は急傾斜しており、その構造と調和的な熱水変質部が認められる。この急傾斜した砂岩及び熱水変質部にはせん断面が認められ、このうち比較的明瞭なものが熱水変質部と黒雲母花崗閃緑岩の角礫状部との境界に認められるが、せん断面の連続性が悪く、露頭上部では熱水変質部と黒雲母花崗閃緑岩の角礫状部との境界は漸移的である。

d) 関口ー米平リニアメントの評価

関口ー米平リニアメント位置付近で判読されたリニアメントを横断する花貫川と関根前川に左屈曲が認められるが、これらの屈曲を示す河川のほとんどの支流では、リニアメント沿いに系統的な左屈曲は見られない。リニアメント周辺の水系には見かけ上左屈曲の蛇行が見受けられ、リニアメント沿いに限られてはいない。また、関根前川に約500mの左屈曲が認められる地点の北東約200mよりも北東側には、リニアメントは認められず、リニアメント延長線上の沢では健岩がほぼ連続的に分布している。

判読されたリニアメント付近には、主に阿武隈花崗岩類の黒雲母花崗閃緑岩が分布し、黒雲母花崗閃緑岩中に破砕部は認められるが、いずれの破砕部においても熱水変質部が認められる。破砕部の観察結果によれば、鳥曾根南西では固結した熱水変質部及び固結した熱水変質部と黒雲母花崗閃緑岩との境界にせん断面は認められるが、連続性が悪く、一部に漸移的な境界が認められる。金成北東では、比較的明瞭なせん断面が熱水変質部と黒雲母花崗閃緑岩の角礫状部との境界に認められるが、連続性が悪く、露頭上部では熱水変質部と黒雲母花崗閃緑岩の角礫状部との境界は漸移的である。関根前川の北東約400mの沢では、阿武隈花崗

岩類の黒雲母花崗閃緑岩中に破碎部が認められるが、せん断面の連続性は悪い。

また、桑原（1982）⁽⁸⁵⁾等によれば、常磐地域及び棚倉破碎帯地域に認められるNE-SW方向の断層の活動時期は、前期中新世～中期中新世と推定していることから、本リニアメント沿いの断層運動の主要時期も同様な時期と考えられる。

しかしながら、上載地層との関係が確認されず後期更新世以降の活動が否定できないことから、金成北東から米平北東までの約6kmを震源として考慮する活断層として評価する。

e. 鹿島台地・行方台地周辺の活傾動

a) 文献調査結果

活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾において、鹿島、行方等の隆起帯及びその間の北浦、霞ヶ浦等の沈降帯から成る波状変動が示されているが、段丘面を変形させるような活断層は確認できないと記載され、活傾動として3方向の地形面の傾き下る方向が図示されている。これらを東側から鹿島活傾動、北浦活傾動及び行方活傾動と呼ぶ。鹿島活傾動は、銚田市下太田付近から鹿嶋市武井付近にかけて西側傾斜、北浦活傾動は、茨城町宮ヶ崎原付近から行方市青沼付近にかけて東側傾斜、行方活傾動は、茨城町鳥羽田付近から潮来市貝塚付近にかけて西側傾斜で記載されている。

また、地質調査所（1997）⁽²⁵⁾にも、行方台地に隆起帯が、北浦付近及び東茨城台地中央部に沈降帯が記載されている。地震調査委員会（2015）⁽³⁰⁾においては、霞ヶ浦から北浦周辺には、南北性の緩やかな波状変動が認められ、重力異常も南北性の急変帯を示し、本変動の原因は不明だが、直下あるいは東方に活断層が存在する可能性もあるとしている。

なお、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾、地質調査所（2016）⁽¹⁰⁾及び吉岡ほか（2001）⁽⁸⁾には、これらの活傾動は記載されていない。

東京都防災会議（1977）⁽⁸⁶⁾は、鹿島灘と北浦の間のS面（下末吉面）の波状地形を変動地形と考え鹿島隆起帯と称し、東西の翼の勾配が10m/2km（ 5×10^{-3} ）程度とし、この西のS面の低下帯を北浦沈降帯と称している。また、その西側にゆるやかな高まりがあり、この高まりの軸部は、その東西よりも5m～10m程度高く、行方隆起帯と称し、さらに、その西側のゆるやかな低まりを霞ヶ浦東部沈降帯とし、行方隆起帯翼部の勾配は10m/3km（ 3×10^{-3} ）程度以下としている。また、活動度はいずれもCクラス（平均傾動速度： 10^{-5} オーダー/1,000年）としている。

山元（2013）⁽⁶⁴⁾は、ラビンメント面等の傾斜から、東茨城台地において南へ傾斜する傾動運動を指摘しており、小池・町田編（2001）⁽²⁸⁾の指摘する長さ250kmに及ぶ曲動運動とも整合するとしている。また、地層の圧密の効果やMIS毎の海面変化量の違い等のかかなりの誤差を無視しての仮定であるとして、異なる年代のラビンメント面の比高から東茨城台地の隆起沈降傾向を示しており、東茨城台地のMIS5eとMIS7eのラビンメント面の標高はMIS7eの方が低いことから、少なくとも24万年～12万年間は沈降しており、隆起は約9万年前以降に開始したとしている。

b) 変動地形学的調査結果

変動地形学的調査結果を第3.2.91図に示す。

変動地形学的調査によると、敷地周辺において文献等で活傾動が推定される範囲にリニアメントは判読されない。推定位置周辺の地形面解析を行ったところ、いずれもM1段丘面に高度差が認められるが、その境界は入り組んだ形態を示しており、リニアメントは認められない(第3.2.92図)。また、文献が示す活傾動の北方及び巴川の河川沿いに分布するM2段丘面及びM3段丘面は、ほぼ水平に分布しており、文献が示す活傾動に対応する高度差は認められない(第3.2.93図(1)、(2))。

c) 地表地質調査結果

鹿島台地及び行方台地周辺の地質調査位置図を第3.2.94図に、地形及び地質断面図を第3.2.95図に示す。

鹿島活傾動、北浦活傾動及び行方活傾動周辺には、下位から第四系更新統の東茨城層群、M1面～M4面及びL1面～L3面を構成する段丘堆積物等が分布している。

鹿島活傾動、北浦活傾動及び行方活傾動付近において、空中写真判読によりM1面に高度差が認められた付近に断層は認められない。

M1段丘堆積物は基底に礫層を伴い、下位の茨城層群と不整合関係で接している。また、M1段丘堆積物の下部は貝殻片含む浅海性の海成層から成り、その上部には白斑状生痕を伴う層準が認められ、海成層の上位の堆積物には、赤城水沼9、10テフラ(約13万年前;鈴木(1990)⁽⁷⁰⁾)が認められる。

M1段丘堆積物の基底面及びM1段丘堆積物中の白斑状生痕を含む砂層には、M1面と調和的な高度差が認められず、ほぼ水平に連続して分布している。また、坂本ほか(1981)⁽³⁾は、この付近のM1段丘堆積物基底面に相当する見和層上部層基底面の高度分布を示しており、この基底面には文献に記載される活傾動と調和する高度差は認められない。(第3.2.96図)

d) 鹿島台地・行方台地周辺の活傾動の評価

鹿島活傾動、北浦活傾動及び行方活傾動の推定位置付近にはリニアメントは判読されず、M1段丘面の高度差が認められた付近には断層は認められない。

地表地質調査結果によると、空中写真判読によりM1面に高度差が認められた付近には、断層は認められず、M1段丘堆積物基底面及びM1段丘堆積物中の白斑状生痕を含む砂層には文献に記載される活傾動と調和的な高度差は認められず、ほぼ水平に連続して分布していることから、地形面の高度差については、テクトニックな要因によるものではないと判断される。

f. 吾国山断層

a) 文献調査結果

吾国山断層は、活断層研究会編(1991)⁽²⁴⁾において、走向がENE-WSW、長さ約6kmの確実度Ⅲ(活断層の疑いのあるリニアメント)として記載されている。その約6km西方に走向がESE-WNW、長さ約2kmの雨引観音リニアメントが記載されている。なお、吾国山断層は、雨引観音までは連続せず、地質分布に制約された組織

地形の疑いがあるとされている。

また、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾においては、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾とほぼ対応する笠間市南指原付近において2箇所の河川に右屈曲から成る推定活断層が記載されている。なお、雨引観音に対応する位置には推定活断層は記載されていない。

吉岡ほか（2001）⁽⁸⁾、地質調査所（2016）⁽¹⁰⁾及び地質調査所（1997）⁽²⁵⁾では活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾等が示す位置付近に活構造は記載されていない。

b) 変動地形学的調査結果

変動地形学的調査結果を第3.2.97図に示す。

活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾で記載される吾国山断層の位置付近に、ほぼ同方向のリニアメントが笠間市福原南方から笠間市沢口にかけての約6kmの区間に判読される。判読されたリニアメントはL₀ランクで、リニアメント西部では三角状の急崖及び鞍部として、リニアメント東部では、ほぼ直線的な谷及び2つの河川屈曲として認められる。リニアメントを挟んでの高度差は認められない。また、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾に記載される推定活断層付近のH面にリニアメントは判読されない。

なお、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾で記載される雨引観音位置付近にはリニアメントは判読されない。

リニアメント周辺の水系には、2つの河川にそれぞれ約300m及び約500mの見かけ上右屈曲が認められる。しかし、その他の河川には系統的な屈曲は認められず、リニアメントを横断する尾根にも屈曲は認められない（第3.2.98図）。

リニアメント西側延長部の笠間市福原南方から桜川市猿田付近では鞍部の配列や河川の系統的な屈曲は認められず、猿田付近ではリニアメント延長部を横断して分布する高位山麓斜面に変位・変形は認められない（第3.2.99図）。猿田付近に分布する山麓斜面は、ボーリング調査結果から厚さ4mのローム層が分布することが確認され、下部にAso-4（約8.5～9万年前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾）及び鬼界葛原テフラ（約9.5万年前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾）が認められることから、斜面堆積物はMIS5aよりも古いと判断される。

リニアメント東側延長部の笠間市沢口から笠間市荒谷付近には、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾に推定活断層が記載されるが、分布する高位段丘面は丸みを帯びており、尾根や河谷には系統的な右屈曲は認められない。また、推定活断層を横断して分布する段丘面は緩やかに高度を減じており、段丘面に変位・変形は認められない。笠間市星山付近には、文献に記載される推定活断層延長位置付近を横断して高位段丘面が分布しており、その地形面に変位・変形は認められない。（第3.2.100図（1）、（2））。星山付近に分布する高位段丘は、小池・町田編（2001）⁽²⁸⁾によれば、MIS9の海成段丘とされている。また、地表地質調査結果からは、段丘堆積物上に厚さ約4mのローム層が確認され、深度約1.7m付近で赤城鹿沼テフラ（約4.5万年前以前；町田・新井（2003）⁽⁷¹⁾等）が認められ、さらにその下位には約2mのローム層が分布することから、この段丘堆積物は高位段丘堆

積物と判断される。

c) 地表地質調査結果

判読されたリニアメント周辺の地質図を第3.2.101図に、地質断面図を第3.2.102図に示す。

判読されたリニアメント位置周辺には、吾国山変成岩類、稲田花崗岩、加波山花崗岩が分布しており、河川沿い及びリニアメントの東部に第四系が小規模に分布する。

笠間市南指原東方では、稲田花崗岩中にリニアメントと調和的な方向の断層露頭が認められる。この露頭では粘土状破碎部と砂状～岩片状カタクレーサイトを挟んで花崗岩が接している。粘土状破碎部とカタクレーサイト及び花崗岩との境界には、条線を伴う断層面が認められる。北側の断層面は平面性及び連続性に乏しく、南側の断層面はおおむね平面的である。粘土状破碎部は幅5cm前後で層厚が変化し、岩片状カタクレーサイトには左横ずれを示す変形組織が見られる（第3.2.103図）。この断層露頭の走向延長上に同様な破碎部性状を有する断層は認められない。

猿田から福原周辺では吾国山変成岩及び稲田花崗岩の分布が確認され、両者は貫入境界で接している。吾国山変成岩及び稲田花崗岩の転石の分布境界及び貫入境界が確認される露頭位置は、おおむねリニアメントの延長方向に一致している。ルートマップを第3.2.104図（1）、（2）に、露頭スケッチを第3.2.105図、第3.2.106図に示す。

沢口から星山付近には稲田花崗岩及び段丘堆積物の分布が確認され、当該位置付近の露頭分布状況は乏しいが文献に示される推定活断層と調和的な地質構造は確認されない（第3.2.107図）。

d) 吾国山断層の評価

判読されたリニアメントは、東部の南指原から沢口では稲田花崗岩中の断層にほぼ一致している。この断層の破碎部は粘土状破碎部と砂状～岩片状カタクレーサイトから成り、粘土状破碎部は層厚が変化する。粘土状破碎部の断層面はおおむね平面的であるが連続しない。しかしながら、上載地層との関係が確認できないため後期更新世以降の活動が否定できない。

西側延長部の福原から猿田では、リニアメントは判読されず、稲田花崗岩と吾国山変成岩類の貫入境界が、おおむねリニアメントの延長方向に一致している。猿田付近ではリニアメント延長部を横断して分布する高位山麓斜面に変位・変形は認められない。

東側延長部の沢口から星山では、リニアメントは判読されず、文献に記載される推定活断層位置付近を横断して分布する高位段丘面に変位・変形は認められない。

以上のことから、福原から沢口までの約6kmを震源として考慮する活断層として評価する。

g. その他のリニアメント等

敷地周辺陸域及びその周辺陸域においては、a.～f. に述べた以外に、変動地形学的調査よりL₀ランクのリニアメントが認められる。これらの分布を第3.2.10図に示す。

a) 日立市宮田町付近リニアメント

日立市宮田町付近において、NNE-SSW方向に約1kmの区間で確認されるリニアメントは、断続的で不鮮明な鞍部等として認められる。高度差としては西側が低い。また、関口-黒磯リニアメントの南端からは約5km離れており、高度差の向きが逆である（第3.2.108図、第3.2.109図）。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近では日立変成岩類が分布しており、リニアメントが通過する鞍部直下において断層が認められる（第3.2.110図）。主に岩片状～細片状破碎部から成り、部分的に薄い砂状～粘土状破碎部が認められ、破碎部は固結し、層厚が変化し不連続である。しかしながら、上載地層との関係が確認できないことから、後期更新世以降の活動が否定できない長さ約1kmについて、震源として考慮する活断層と評価する。

b) 常陸太田市下大門町付近リニアメント

常陸太田市下大門町付近において、N-S方向に約2kmの区間で確認されるリニアメントは、やや断続的な急斜面等として認められる。高度差としては東側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近では中新統の東金砂山層、金砂郷層群の大門層及び西染層が分布しており、リニアメントは大門層の比較的硬質な砂岩泥岩互層と砂岩との境界又は東金砂山層の礫岩と大門層の砂岩との境界とほぼ一致している（第3.2.111図、第3.2.112図）。

常陸太田市馬場では、リニアメント直下に比較的硬質な大門層の泥岩砂岩互層と砂岩との岩相境界の露頭が認められ、リニアメントの近傍には断層が認められるが、破碎部は固結し、走向もリニアメントと斜交しており、リニアメントに対応する断層は認められない（第3.2.113図）。

以上のことから、判読されたリニアメントは、岩質の相違による侵食に対する抵抗性の差を反映した急斜面等と考えられる。

c) 常陸太市長谷町付近リニアメント

常陸太市長谷町付近において、NNW-SSE方向に約3kmの区間で確認されるリニアメントは、断続的で不鮮明な急斜面、鞍部等として認められる。高度差としては西側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近では日立変成岩類、中新統の多賀層群、鮮新統～下部更新統の久米層、第四系等が分布しており、リニアメントは日立変成岩類と多賀層群の堆積岩との不整合境界にほぼ一致している（第3.2.114図、第3.2.115図）。長谷町東方の茂宮川では、リニアメントを横断して多賀層群の泥岩の健岩から成る連続露頭が認められ（第3.2.116図）、リニアメントに対応する断層は認められない。

以上のことから、判読されたリニアメントは、日立変成岩類の片麻岩と多賀層

群の侵食に対する抵抗性の差を反映した急斜面、鞍部等と考えられる。

d) 豎破山南西付近リニアメント

多賀山地の豎破山南西付近において、NW-SE方向に約4kmの区間で確認されるリニアメントは、断続的で不鮮明な鞍部、直線状の谷等として認められる。高度差としては北部で南西側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近では阿武隈花崗岩類が分布しており、リニアメント沿いに小規模な断層を伴う熱水変質部が認められる（第3.2.117図、第3.2.118図）。リニアメント北端部の豎破山西方の露頭では、熱水変質部に小規模な断層が数条認められるが、いずれも変位は小さく、ほとんどは固結している。また、不明瞭なせん断面が認められるが、連続するものではない（第3.2.119図）。

しかしながら、上載地層との関係が確認できないことから、後期更新世以降の活動が否定できない長さ約4kmについて、震源として考慮する活断層と評価する。

e) 常陸太田市小中町東方リニアメント

常陸太田市小中町東方において、ENE-WSW方向に約3kmの区間で確認されるリニアメントは、断続的で不鮮明な三角状の急崖、直線状の谷等として認められる。高度差としては東部のみ南側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近では阿武隈花崗岩類及び竹貫変成岩類が分布しており、リニアメントは同方向の節理又は阿武隈花崗岩類の貫入境界とほぼ一致している（第3.2.120図、第3.2.121図）。

小中町東方の林道法面では、ほぼリニアメント直下に阿武隈花崗岩類の貫入境界が認められる（第3.2.122図）。貫入境界には、一部にシルト状部を伴うせん断面が認められるが、面は密着している部分や不明瞭となる部分もあり、連続した面として認められない。小中町のリニアメント付近においては、リニアメントに対応する断層は認められない。

以上のことから、判読されたリニアメントは、同方向の節理又は阿武隈花崗岩類の貫入境界とその周辺との侵食に対する抵抗性の差を反映した急崖、直線状の谷等と考えられる。

f) 久慈郡太子町北富田付近リニアメント

久慈郡太子町北富田付近において、NNW-SSE方向に約3kmの区間で確認されるリニアメントは、断続的で不鮮明な鞍部、急斜面等として認められる。高度差としては西側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近では中新統の金砂郷層群に属する浅川層の凝灰質砂岩と凝灰岩類及び、男体山火山角礫岩類の石英安山岩溶岩等が分布しており、リニアメントはこれらの岩相境界とほぼ一致している（第3.2.123図、第3.2.124図）。太子町道ノ辺では、浅川層の凝灰岩類と男体山火山角礫岩の石英安山岩溶岩の岩相境界が認められる（第3.2.125図）。

北富田リニアメント付近においては、リニアメントに対応する断層は認められない。

以上のことから、判読されたリニアメントは、浅川層の凝灰質砂岩と凝灰岩類又は凝灰岩類と男体山火山角礫岩類との侵食に対する抵抗性の差を反映した鞍部、急斜面等と考えられる。

g) 常陸大宮市氷之沢付近リニアメント

常陸大宮市氷之沢付近において、NNE-SSW～NNW-SSE方向に約1.5kmの区間で確認されるリニアメントは、断続的で不鮮明な急斜面、鞍部等として認められる。高度差としては西側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近ではジュラ系の八溝層群の砂岩及び頁岩、中新統金砂郷層群の北田気層、第四系等が分布しており、リニアメントは八溝層群の頁岩と砂岩頁岩互層との境界とほぼ一致している（第3.2.126図、第3.2.127図）。常陸太田市小草北方では、小規模に分布する北田気層の火山礫凝灰岩がリニアメントの両側に分布しており、同様な層相で同斜構造を示している（第3.2.128図）。

氷之沢リニアメント付近においては、リニアメントに対応する断層は認められない。

以上のことから、判読されたリニアメントは、八溝層群の頁岩と砂岩頁岩互層の侵食に対する抵抗性の差を反映した急斜面、鞍部等と考えられる。

h) 常陸大宮市入本郷付近リニアメント

常陸大宮市入本郷付近において、NNW-SSE方向に約2kmの区間で確認されるリニアメントは、断続的な三角状の急斜面等として認められる。高度差としては西側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近ではジュラ系八溝層群、中新統金砂郷層群の北田気層、第四系の沖積層等が分布しており、リニアメントは八溝層群と北田気層の不整合境界とほぼ一致している（第3.2.129図、第3.2.130図）。入本郷リニアメント付近においては、リニアメントに対応する断層は認められない。

以上のことから、判読されたリニアメントは、八溝層群と金砂郷層群の侵食に対する抵抗性の差を反映した三角状の急斜面等と考えられる。

i) 東茨城郡城里町高根付近リニアメント

東茨城郡城里町高根付近において、NNW-SSE方向に約1kmの区間で確認されるリニアメントは、不鮮明でやや断続的な急斜面として認められる。高度差としては東側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近では中新統の金砂郷層群の浅川層、第四系更新統の東茨城層群の高位段丘堆積物等が分布しており、リニアメントは高位段丘堆積物の分布域の西縁となっている（第3.2.131図、第3.2.132図）。城里町根岸の露頭では、高位段丘堆積物が金砂郷層群浅川層の凝灰質岩をほぼ水平な不整合面で覆っており（第3.2.133図）、リニアメントに対応する断層は認められない。

以上のことから、判読されたリニアメントは、高位段丘形成時の侵食崖を反映

した急斜面等と考えられる。

j) 笠間市福田南方付近リニアメント

笠間市福田南方の愛宕山付近において、NE-SW方向に約2kmの区間で確認されるリニアメントは、不鮮明な鞍部等として認められる。高度差としては北東部で北西側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近ではジュラ系八溝層群の頁岩、砂岩頁岩互層、石灰岩、チャート等が分布しており、リニアメントはこれらの岩相境界とほぼ一致している。また、リニアメント付近の八溝層群は北西傾斜の同斜構造を示しており、リニアメント近傍でも走向傾斜の乱れや破碎した露頭は認められず（第3.2.134図、第3.2.135図）、リニアメントに対応する断層は認められない。

以上のことから、判読されたリニアメントは、八溝層群の岩質の違いによる侵食に対する抵抗性の差を反映した鞍部等と考えられる。

k) 栃木県那須郡那珂川町大那地付近リニアメント

栃木県那須郡那珂川町大那地付近において、NW-SE方向に約1kmの区間で確認されるリニアメントは、断続的で不鮮明な鞍部、傾斜変換点等として認められる。高度差としては西側が低い。

地表地質調査の結果によれば、判読されたリニアメント付近ではジュラ系八溝層群の砂岩頁岩互層、チャート、頁岩及び砂岩と八溝層群に貫入する白亜系の花崗閃緑岩が分布しており、リニアメントは貫入境界又は八溝層群のチャート、砂岩及び砂岩頁岩互層の岩相境界とほぼ一致しており（第3.2.136図、第3.2.137図）、リニアメントに対応する断層は認められない。

判読されたリニアメントは、花崗閃緑岩の貫入境界及び八溝層群の岩相の違いによる侵食に対する抵抗性の差を反映した鞍部、傾斜変換点等と考えられる。

1) その他の断層等

坂本ほか（1972）⁽¹⁾及び坂本（1975）⁽²⁾において、大谷川沿い及び那珂川北岸の台地の先端部にそれぞれ小断層が示されており、小断層の伸びの方向が前面の谷の方向とほぼ一致することから、段丘崖の形成期に生じた非構造性の表層滑落としている。地表地質調査の結果、大谷川周辺で確認された小断層はいずれも段丘崖の斜面表層部に位置し、段丘崖の傾斜方向へ変位する正断層で、断層の走向は段丘崖の方向とおおむね一致している。小断層の傾斜は露頭下方に向かって緩くなり、円弧状を形態と呈する。また、断層延長方向に分布するM1面にリニアメントは判読されない。以上のことから、これらの断層は非構造性の表層滑落であり、震源として考慮する活断層ではないと判断される。（第3.2.138図、第3.2.139図、第3.2.140図、第3.2.141図）

坂本ほか（1972）⁽¹⁾に示される那珂湊付近の断層及び坂本（1975）⁽²⁾に示される東茨城郡大洗町付近の断層は、いずれも上部更新統の見和層上部層に覆われるとされている。また、変動地形学的調査においてもM1面にリニアメントは判読されないことから、後期更新世以降の活動はないと判断される。

(3) 敷地を中心とする半径約 30km 以遠の断層

地質調査所 (1984) ⁽²⁶⁾、活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾、地質調査所 (1997) ⁽²⁵⁾、今泉ほか編 (2018) ⁽²⁹⁾、地震調査委員会 (2015) ⁽³⁰⁾等の文献調査によれば、敷地を中心とする半径約30km以遠にもいくつかの断層が記載されている。

これらの断層のうち、断層の長さや敷地までの距離から、敷地に与える影響が大きいと想定される断層としては、福島県と栃木県境界の大峠付近から栃木県塩谷郡塩谷町喜佐見付近にかけて関谷断層が記載されている。

また、群馬県高崎市から埼玉県北足立郡伊奈町付近にかけて深谷断層帯・綾瀬川断層が記載されている。

a. 関谷断層

関谷断層は、活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾において、走向がN-S方向、長さ40km、活動度A級及び確実度 I (活断層であることが確実なもの) と記載されている。また、地質調査所 (1984) ⁽²⁶⁾、今泉ほか編 (2018) ⁽²⁹⁾及び今泉ほか (2005) ⁽⁸⁷⁾においても活断層であると記載されている。今泉ほか (2005) ⁽⁸⁷⁾は、栃木県那須塩原市板室～栃木県那須塩原市宇都野間に関谷断層帯として活断層を図示している。地震調査委員会 (2015) ⁽³⁰⁾によれば、関谷断層については活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾と同じ範囲を評価対象としており、最新の活動は14世紀以後～17世紀以前、平均活動間隔は約2千6百年～約4千1百年、1回の変位量は3m程度と推定されており、その場合の地震規模は、M7.5程度であると推定している。なお、地震調査委員会 (2015) ⁽³⁰⁾によれば、今後30年以内、50年以内及び100年以内の地震発生確率は、ほぼ0%、今後300年以内の地震発生確率は、ほぼ0%～0.003%としている。

また、早川 (1985) ⁽⁸⁸⁾は、関谷付近より上流の箒川の河岸段丘の区分・対比から、その変位速度を1～2m/1,000年としている。関谷断層沿いでは、岩生・今井 (1955) ⁽⁸⁹⁾、加藤 (1964) ⁽⁹⁰⁾、日本自然保護協会編 (1971) ⁽⁹¹⁾等により断層露頭が確認されている。

関谷断層の活動履歴については、断層北部の那須塩原市百村地区及び断層南部の那須塩原市関谷地区のトレンチ調査から、百村地区の最新活動時期は14～15世紀以降、先行する活動時期は4,000～5,000年前と推定し、関谷地区の最新活動時期はA. D. 1,000年頃以降、先行する活動時期はB. C. 3,600～B. C. 800年と推定した報告 (宮下ほか (2002a) ⁽⁹²⁾、宮下ほか (2002b) ⁽⁹³⁾) がある。

関谷断層の北端付近では、福島県南会津郡南会津町田島地域の地質調査が行われており、栃木県と福島県の県境以北では、関谷断層の延長の存在は報告されていない。また、同調査では断層の可能性を示す地形的特徴も記載されていない。関谷断層の長さは、活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾では40km、地震調査委員会 (2015) ⁽³⁰⁾の評価では活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾とほぼ同様の位置に約38kmと評価されている (第3.2.142図)。

上記の文献に記載された関谷断層北端部に当たる大峠付近の変動地形学的調査結果によれば、栃木県那須塩原市沼原付近までは文献に記載された関谷断層付近にL_Bリニアメントが判読されるが、沼原以北では大峠付近に短いL_Dリニアメントが判読

される以外、リニアメントは判読されない。一方、文献に記載された関谷断層南端部に当たる喜佐見付近の変動地形学的調査結果によると、喜佐見北方の栃木県矢板市寺山付近にL_cリニアメント及びL_bリニアメントが判読されるが、寺山付近以南にはリニアメントは判読されない（第3.2.143図、第3.2.144図）。

地表地質調査の結果によると、文献に記載された関谷断層付近の那須塩原市元町の箒川左岸では、早川（1985）⁽⁸⁸⁾と同様に1~2万年前と推定される扇状地面に比高約20mの変位地形が認められるとともに、扇状地堆積物に新第三系の関谷層が衝上している断層露頭が確認された（第3.2.145図）。

以上のことから、関谷断層は、後期更新世以降の活動を考慮することとし、本断層の長さを大峠付近から喜佐見付近に至る約40kmと評価する。

b. 深谷断層帯・綾瀬川断層

地震調査委員会（2015）⁽³⁰⁾によると、深谷断層帯・綾瀬川断層（関東平野北西縁断層帯・元荒川断層帯）は、関東平野の北西縁に沿い、深谷断層、綾瀬川断層等の複数の断層から成る断層帯で、深谷断層帯は、走向がおおむねNW-SE方向、長さ約69km、南西側隆起の逆断層として示されている。また、南東延長部には、綾瀬川断層が分布し、長さ約38kmとされている（第3.2.146図）。

文献調査によると、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾、熊原ほか（2013）⁽⁹⁴⁾、熊原（2013）⁽⁹⁵⁾、熊原ほか（2016）⁽⁹⁶⁾、熊原（2016）⁽⁹⁷⁾、澤ほか（1996a）⁽⁹⁸⁾、澤ほか（1996b）⁽⁹⁹⁾、澤ほか（1996c）⁽¹⁰⁰⁾、納谷・安原（2014）⁽¹⁰¹⁾、地質調査所（1997）⁽²⁵⁾、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾、後藤ほか（2005）⁽¹⁰²⁾、渡辺（2007）⁽¹⁰³⁾等に段丘面の撓曲や高度不連続などが示されている。また、群馬県（1997）⁽¹⁰⁴⁾、埼玉県（1999）⁽¹⁰⁵⁾、埼玉県（2000）⁽¹⁰⁶⁾、杉山ほか（2000）⁽¹⁰⁷⁾、石山ほか（2005）⁽¹⁰⁸⁾、山口ほか（2007）⁽¹⁰⁹⁾等の反射法地震探査の結果、高崎市から伊奈町付近の各断層とその延長部について、各地点で沖積低地下の反射面に北東側に急傾斜する構造が認められ、断層活動による撓曲変形と記載されている。

地震調査委員会（2015）⁽³⁰⁾によれば、深谷断層帯の最新活動時期は約6千2百年前以後、約5千8百年前以前の可能性があり、平均活動間隔は約1万年~2万5千年程度、1回の変位量は5m程度（上下成分）と推定されており、その場合の地震規模はM7.9程度であるとしている。

綾瀬川断層は2区間に分かれており、北西区間の最新活動時期は約1万5千年前以後、約9千年前以前の可能性があり、平均活動間隔は4万5千年~7万1千年程度、1回の変位量は3m~4m程度（上下成分）と推定されている。南東区間については、最新活動時期等は不明であるが、綾瀬川断層全体が同時に活動する場合の地震規模はM7.5程度であるとしている。この綾瀬川断層のうち南東区間については、反射法弾性波探査では逆断層の存在は示されていないが、横ずれの特徴を持つ変動地形が見られるとしている。

また、深谷断層帯全体と綾瀬川断層全体が同時に活動する場合の地震規模はM8.0程度であるとしている。

納谷ほか（2014）⁽¹¹⁰⁾は、関東平野中央部の第四系地下地質について、既存のボ

ーリング資料に基づき地質構造モデルを作成している。深谷断層及び綾瀬川断層の変位量についても検討されており、綾瀬川断層の南東区間では、断層の両側で顕著な高度差がみられず、累積変位量が大きくないことを示している可能性があるとしている。

地震調査委員会（2015）⁽³⁰⁾ の評価した断層帯北西部の高崎市付近では、変動地形学的調査結果によると、高崎市上里見町より南東では主として段丘面の撓曲から成るL_B～L_Dリニアメントが判読されるが、上里見町より北西側では榛名山より噴出した室田火砕流堆積物（約5万年前）が構成するKr1面や、山地及び丘陵地にリニアメントは判読されない（第3.2.147図）。

地表地質調査の結果によれば、上里見町付近に分布する新第三系中新統から鮮新統の堆積岩類は、烏川の両岸に連続的に分布し、ほぼ一様に緩やかに北へ傾斜している。なお、上里見町付近の一部の露頭では断層が認められるが、南側下がりの変位が推定され、連続するものではない（第3.2.148図）。以上の調査結果から、上里見町より南東側で地質調査所（1997）⁽²⁵⁾、杉山ほか（2000）⁽¹⁰⁷⁾ に記載されるような北東へ急傾斜する構造は、上里見町より北西側では認められない。

断層帯南東部の伊奈町付近では、変動地形学的調査の結果によると、台地が広く分布し、0m1面及び0m2面に区分される。伊奈町本町より北西側では主に段丘面の撓曲から成るL_C及びL_Dリニアメントが判読される。また、南東側の伊奈町本町付近から埼玉県さいたま市見沼区東宮下付近にかけて澤ほか（1996c）⁽¹⁰⁰⁾ に記載される断層位置とほぼ対応する位置に、段丘縁の崖及び斜面から成るL_Dランクのリニアメントが判読される（第3.2.149図）。

文献調査結果によれば、0m1面は後期更新世の河成の砂礫及びシルトから成り、0m2面は後期更新世の河成の砂礫から成る。これらの堆積物の下位には、海成の砂及びシルトから成る木下層上部（MIS5e；中澤・遠藤（2002）⁽¹¹¹⁾）及び中部更新統が分布している。埼玉県（1996）⁽¹¹²⁾、中澤・遠藤（2002）⁽¹¹¹⁾及び埼玉県環境科学国際センター（2007）⁽¹¹³⁾等のボーリング資料の解析の結果、伊奈町本町の南方及び埼玉県さいたま市見沼区深作付近においてリニアメントが判読される位置の直下に分布する後期更新世の木下層上部の基底を成す砂礫層に、リニアメントを挟んでの高度差は認められない（第3.2.150図）。

以上のことから、深谷断層帯・綾瀬川断層は、上里見町付近から本町付近までにおいて、後期更新世以降の段丘面の変位及びその直下において地層の累積的な変位が認められる。綾瀬川断層の南東区間については、断層推定位置に顕著な鉛直変位は認められないものの、横ずれの特徴を持つ変動地形が指摘されていることから、この区間も後期更新世以降の活動を考慮することとし、本断層帯は、上里見町付近から埼玉県川口市付近に至る断層長さ約 103km を震源として考慮する活断層と評価する。

3.2.2.4 敷地前面海域の地形

敷地前面海域の海底地形図を第3.2.151図に示す。

敷地前面海域の海底地形は、水深約130m～約150m付近の傾斜変換部を境にして、沿岸側の大陸棚とその沖合側の大陸斜面とに区分される。

大陸棚は、海岸から沖合方向に5/1,000程度の勾配で傾斜し、水深約200m～約300m付近に谷頭を有する数条の海底谷が認められるが、全体的には起伏に乏しい単調な海底地形を示している。

3.2.2.5 敷地前面海域の地質

敷地前面海域の地質は、第3.2.3表に示すように、上位からA層、B層、C層、D層及びE層の5層に区分される。海上音波探査測線図を第3.2.152図に、海底地質図を第3.2.153図に、主要測線の海底地質断面図を第3.2.154図(1)～(5)に、音波探査記録を第3.2.155図(1)～(16)に示す。

A層は、大陸棚上の水深約60m～約130m付近では南北方向の帯状に、北部から中部の沿岸部では旧河谷を埋めるように、南部の沿岸部では海岸線付近に分布している。本層は、ほぼ水平な平行層理パターンを示し、久慈川沖及び那珂川沖においては、上部は平行層理パターンを、下部は散乱パターンを示す。本層は、主に礫、砂、シルト等から成る未固結の堆積物と推定される。層厚は10m程度で沖合に向かって薄くなるが、久慈川等の旧河谷では50m程度に達し、下位層上面の凹凸を不整合に覆っている。

B層は、沿岸部の一部を除き広く分布しており、A層に覆われている範囲を除いては、海底面に広く露出している。本層は、沖合に向かって傾斜するプログラデーションパターン又は緩傾斜の平行層理パターンを示す。また、層内の軽微な不整合によりB₁層、B₂層及びB₃層に細区分される。本層は、未固結から半固結の砂、シルト及びそれらの互層から成ると推定され、層厚は大陸棚中央部から大陸棚外縁付近にかけて約400m～約700mであり、下位層を不整合に覆っている。

C層は、北部及び那珂湊付近の沿岸部を除き広く分布しており、沖合では上位層に覆われている。本層は、比較的連続性のよい平行層理パターンを示す。また、層内の軽微な不整合により上位からC₁層及びC₂層に細区分される。本層は、砂岩、泥岩及びそれらの互層から成ると推定される。層厚は約150m～約500mであり、下位層を不整合に覆っている。

D層は、那珂湊付近の沿岸部の一部を除き広く分布しており、北部の沿岸部を除きほとんどが上位層に覆われている。本層は、全般に平行層理パターンを示す。また、層内の不整合により上位からD₁層、D₂層及びD₃層に細区分される。本層は、砂岩、泥岩及びそれらの互層から成ると推定される。層厚は敷地東方で最大約2,000mであり、下位層を不整合に覆っている。

E層は、音響基盤で、調査海域の最下位層であり全域に分布し、大部分を上位層に覆われているが、磯崎町及び大洗町付近では海底面に露出する。本層は、無層理パターン又は断片的な層理パターンを示し、砂岩、泥岩、変成岩類、花崗岩類等から成ると推定される。

海上音波探査記録から区分した各層は、陸域の地質との連続性、敷地前面海域南部

に位置する海上ボーリング「鹿島沖SK-1」（石油資源開発株式会社が実施）の試料を用いた米谷ほか（1981）⁽³⁹⁾及び高柳（1984）⁽⁴⁰⁾、同東部に位置する海上ボーリング「常陸沖-1」（帝国石油株式会社（現 国際石油開発帝石株式会社）ほか）が実施）の試料を用いた亀尾・佐藤（1999）⁽⁴¹⁾、奥田（1986）⁽³⁴⁾等の結果から、第3.2.4表に示すように、A層は完新統に、B層は更新統に、C層は鮮新統～下部更新統に、D層は古第三系～中新統に、E層は先古第三系～古第三系にそれぞれ対比される。なお、高柳（1984）⁽⁴⁰⁾によれば、「鹿島沖SK-1」の深度160m（B₁層とB₂層との境界付近に相当）、280m（B₂層中部に相当）及び380m（B₂層最下部に相当）の各層準の地質年代は、それぞれ約13万年前、約27万年前及び約46万年前であるとされている。対比した海上音波探査記録の位置図を第3.2.156図に、海上ボーリング調査結果と海上音波探査記録の対比を第3.2.157図（1）、（2）に、陸域調査結果と海上音波探査記録の対比を第3.2.158図（1）～（3）に示す。

3.2.2.6 敷地前面海域の地質構造

(1) 海域の地質構造の概要

敷地前面海域において、E層及びD層の上面は、緩やかな起伏を伴いながら東方に傾斜し、沖合には盆状構造が認められる。両層内の一部には緩やかな褶曲構造が認められるほか、日立市沿岸部及び大洗町沿岸部には、沖側に張り出す高まりが認められる。敷地前面海域におけるE層及びD層上面の等深線図を第3.2.159図及び第3.2.160図に示す。C層はD層を覆うように堆積し、北部から中部の沿岸部では沖合に向かい緩く傾斜しており、南部の沿岸部ではやや急傾斜となっている。沖合部ではほぼ水平に堆積しており、その上面は緩やかな起伏を伴っている。なお、E層及びD層で認められた沿岸部の高まりはC層上面では不明瞭となる。C層上面の等深線図を第3.2.161図に示す。B層は、大陸棚上では沖合に向かって傾斜するプログラデーショナル構造が認められる。さらに、最上位のA層は、海底面にほぼ平行に堆積している。

(2) 敷地前面海域の断層及び褶曲構造

敷地前面海域の文献調査結果では、主な断層として、棚橋ほか（2001）⁽³⁵⁾により1条の断層が、奥田（1986）⁽³⁴⁾により3条の伏在断層が記載されている（第3.2.162図）。これらは、日立市川尻崎東方沖約22km、東海村東方沖約32km、ひたちなか市那珂湊東方沖約36km及び約44kmに位置し、長さはそれぞれ約5km、約4km、約9km及び約4kmである。棚橋ほか（2001）⁽³⁵⁾による断層は、NW-SE走向、南西側落下の断層であり、奥田（1986）⁽³⁴⁾による断層は、いずれもN-S走向、相対的落下側は東の断層で、最新活動時期については記載されていない。敷地前面海域の海上音波探査結果から、これらの断層分布域には、海底面付近にB₁層が分布しており、少なくともB₁層に断層による変位・変形は認められない。このことから、いずれの断層も少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。なお、文献調査によれば、敷地前面海域以遠には前述の断層以外にもいくつかの断層が記載されているが、断層の長さや敷地からの距離を考慮すると、これらの断層が敷地に与える影響は小さいものと判断される。

一方、敷地前面海域の海上音波探査の結果から、連続性のある断層としてF1断層からF26断層が、背斜構造としてA-1背斜からA-4背斜が認められる。敷地前面海域の断層等一覧表を第3.2.5表に示す。敷地前面海域の断層等分布図を第3.2.163図(1)～(4)に、海上音波探査記録及び地質断面図を第3.2.164図から第3.2.187図に示す。

北茨城市磯原町東方には、F12断層、F11断層及びF13断層が分布している。

F12断層は、E-W走向で、相対的落下側は南の断層であり、海域での長さは約18kmである。F12断層分布域では、東部ではC₁層又はB₃層が、西部ではD₂層、D₁層又はC₂層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。F12断層では海上音波探査記録からD₁層内で留まる断層による変位・変形が認められるが、いずれの測線においても海底面付近に断層による変位・変形は認められない。このことから、F12断層は、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

F11断層及びF13断層は、おおむねNW-SE走向で、海域での長さはそれぞれ約5km及び約3kmである。これらの断層分布域では、海底面付近にD₁層が分布しており、一部A層に不整合で覆われている。

F11断層は、D₁層の海底面付近まで断層による変位・変形を与えており、後期更新世の地層との関係を直接確認できないことから、震源として考慮する活断層と評価し、その長さは約5kmとする。

F13断層は、西部ではD₁層の海底面付近に分布する地層に変位・変形が認められるが、東部ではD₁層の海底面付近に断層による変位・変形は認められない。また、F12断層に隣接しており、断層の走向や地層の累積変位量が類似している。なお、西方陸域には、これらの断層と調和的な活構造を示す文献はなく、リニアメントも判読されない。これらのことから、F13断層は、F12断層同様、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。これらのことから、F13断層は、F12断層同様、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

北茨城市中郷町東方から日立市日立港東方には、F1断層、F5断層及びA-4背斜が分布している。

F1断層は、F1a～F1gから成り、おおむねN-S走向の断層であり、海域での長さは約28kmである。F1断層分布域の北部ではD₁層又はC₂層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。南部ではC₁層又はB₃層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。F1断層北部のF1a、F1b-1、F1b-2、F1b-3及びF1c北部ではD₁層又はC₂層の海底面付近まで断層による変位・変形が認められる。F1断層南部のF1c中南部、F1f-1、F1f-2及びF1gでは、海底面付近に分布する地層がC₁層の分布域ではC₁層内、B₃層の分布域ではB₃層内で留まる断層による変位・変形が認められるが、海底面付近に断層による変位・変形は認められない。F1断層北部のF1a、F1b-1、F1b-2、F1b-3及びF1c北部ではD₁層又はC₂層の海底面付近まで断層による変位・変形が認められる。F1断層南部のF1c中南部、F1f-1、F1f-2及びF1gでは、海底面付近に分布する地層がC₁層の分布域ではC₁層内、B₃層の分布域ではB₃層内で留まる断層による変位・変形が認められるが、海底面付近に断層による変位・変形は認められない。

以上のことから、海底面付近に分布する地層に変位・変形を与えているF1a～F1c北部及び海底面付近に分布する地層への影響を明確に否定できないF1c中南部については、震源として考慮する活断層と評価し、その長さを約23kmとする。

F1dではC₂層まで断層による変位・変形は認められるが、C₁層以上の地層に断層による変位・変形は認められない。F1eではD₁層まで断層による変位・変形が認められるが、少なくともB₃層に断層による変位・変形は認められない。

F5断層は、F5a及びF5bから成り、NW-SE走向で、相対的落下側は南西の断層であり、長さはそれぞれ約9km及び約6kmである。A-4背斜は、F5断層に隣接して分布しており、NW-SE方向で、長さは約13kmである。これらの断層及び背斜分布域では北西部にB₃層が、南東部にB₂層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。F5a、F5b及びA-4背斜のうち、北西部ではB₃層内、南東部ではB₂層内で留まる断層による変位が認められるが、海底面付近に断層及び背斜による変形は認められない。このことから、F5断層及びA-4背斜は少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

日立市滑川町東方には、F14断層が分布している。F14断層は、WNW-ESE走向で、相対的落下側は南南西の断層であり、海域での長さは約6kmである。F14断層分布域では東部に主にC₁層が、西部にC₂層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。F14断層ではD₁層まで断層による変位・変形が認められるが、C₂層以上の地層に断層による変位・変形は認められない。このことから、F14断層は、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

日立市日立港東方には、F2断層が分布している。F2断層は、N-S走向で、相対的落下側は東の断層であり、長さは約3kmである。F2断層分布域では、北部にC₁層が、南部にB₃層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。F2断層では北部ではC₁層の海底面付近から、南部ではB₃層の海底面付近からD₁層まで断層による変位・変形が認められるが、それ以下の地層には断層による変位・変形は認められない。このことから、F2断層は構造的断層ではないものと判断される。

敷地東方には、F17断層、A-2a背斜、A-2b背斜、A-1背斜、F8断層及びF16断層が分布している。

F17断層は、NNW-SSE走向で、相対的落下側は西南西の断層であり、長さは約11kmである。A-2a背斜及びA-2b背斜は、F17断層に隣接して分布しており、おおむねN-S方向で、長さはともに約5kmである。これらの断層及び背斜分布域では、北部にB₂層が、南部にB₁層が海底面付近に分布しており、A層に不整合で覆われている。F17断層、A-2a背斜及びA-2b背斜ではD₂層まで断層による変位が認められるが、B₂層以上の地層には断層及び背斜による変形は認められない。このことから、F17断層、A-2a背斜及びA-2b背斜は、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

A-1背斜は、NNE-SSW方向で、長さは約20kmである。F8断層及びF16断層は、A-1背斜に隣接して分布しており、おおむねNNE-SSW走向で長さはともに約26kmである。これらの断層及び背斜分布域では、北部にB₂層が、南部にB₁層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。A-1背斜、F8断層及びF16断層ではD₂層まで断

層による変位が認められるが、B₂層以上の地層に断層及び背斜による変形は認められない。しかしながら、F8断層、F16断層及びA-1背斜が分布する海域において、2011年東北地方太平洋沖地震発生以降、断層近傍でまとまった地震が発生しており活動した可能性が否定できないことから震源として考慮する断層と評価し、その長さをF8断層及びF16断層はそれぞれ約26km、A-1背斜は約19.5kmとする。

ひたちなか市那珂湊東方には、F18断層、F9断層、F10断層及びF15断層が分布している。

F18断層は、N-S走向で、相対的落下側は東の断層であり、長さは約4kmである。F18断層分布域では、B₁層が海底面付近に分布している。F18断層ではD₂層まで断層による変位・変形が認められるが、少なくともB₁層に断層による変位・変形は認められない。このことから、F18断層は、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

F9断層は、NNW-SSE走向で、相対的落下側は東北東の断層であり、長さは約6kmである。F9断層分布域では、B₁層が海底面付近に分布している。F9断層では、海上音波探査記録からC₂層まで断層による変位が認められるが、少なくともB₁層に断層による変位・変形は認められない。このことから、F9断層は、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

F10断層及びF15断層は、NE-SW走向で、相対的落下側は南東の断層であり、それぞれ長さは約14km及び約13kmである。これらの断層分布域では、B₁層が海底面付近に分布している。F10断層及びF15断層は、B₂層まで断層による変位・変形が認められるが、B₁層に断層による変位・変形は認められない。このことから、F10断層及びF15断層は、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

ひたちなか市那珂湊東方から銚田市玉田東方には、F3断層、F4断層、F6断層、F19断層、F20断層及びF21断層が分布している。

F3断層は、おおむねNE-SW走向で、相対的落下側は北西の断層であり、長さは約14kmである。F4断層は、F4a、F4b-1及びF4b-2から成り、NNE-SSW走向で長さは、それぞれ約14km、約7km及び約8kmである。これらの断層分布域では、B₂層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。F3断層の北中部及びF4b-1の南部については、B₂層の海底面付近まで断層による変位・変形が認められるが、B₁層が分布しないことから、B₂層堆積以降の活動が把握できない。F3断層の南部ではD₁層まで断層による変位・変形が認められるが、少なくともB₂層に断層による変位・変形は認められない。F4aではC₁層まで断層による変位・変形が認められるが、B₂層に断層による変位・変形は認められない。F4b-1の北中部及びF4b-2ではB₂層内で留まる断層による変位・変形が認められるが、B₂層の海底面付近に断層による変位・変形は認められない。これらのことから、F3断層の南部、F4a、F4b-1の北中部及びF4b-2については、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。一方、F3断層の北中部及びF4b-1の南部については震源として考慮する活断層と評価するものとし、両断層の走向、地層の落下方向及び地層の累積変位量が類似し、隣接することから、同時活動を考慮しその長さを約16kmとする。

なお、F4断層の南方陸域について、活断層研究会編（1991）⁽²⁴⁾、今泉ほか編（2018）⁽²⁹⁾では活構造は記載されておらず、変動地形学的調査の結果においても、F4断層の南方陸域に変動地形は認められない。また、林ほか（2005）⁽¹¹⁴⁾によれば、反射法探査の結果、中部更新統の上総層群上部の基底に相当すると考えられる反射面A及び鮮新統の上総層群下部の基底に相当すると考えられる反射面Bに変位は認められない。

F6断層は、NNE-SSW走向で、相対的落下側は西北西の断層であり、長さは約11kmである。F6断層分布域では、北部ではD₂層又はD₁層が、南部ではB₂層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。F6断層については、北部ではD₂層内で留まる断層による変位・変形が認められ、南部ではD₁層まで断層による変位・変形が認められるが、いずれの測線においても海底面付近に断層による変位・変形は認められない。これらのことから、F6断層は少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

F19断層、F20断層及びF21断層は、おおむねNE-SW走向で、相対的落下側は北西の断層であり、それぞれ長さは約8km、約7km及び約7kmである。これらの断層分布域では、B₂層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。F19断層、F20断層及びF21断層ではD₁層まで断層による変位・変形が認められるが、少なくともB₂層に断層による変位・変形は認められない。このことから、F19断層、F20断層及びF21断層は、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

銚田市玉田東方には、F22断層、F23断層、F24断層、F25断層及びF26断層が分布している。

F22断層、F23断層、F24断層、F25断層及びF26断層は、おおむねNW-SE走向で、相対的落下側は南西の断層であり、長さはそれぞれ約13km、約8km、約8km、約5km及び約13kmである。これらの断層分布域では、東部ではB₁層が、西部ではB₂層が海底面付近に分布している。F22断層、F23断層、F24断層、F25断層及びF26断層ではD₁層まで断層による変位・変形が認められるが、少なくともB₂層以上の地層に断層による変位・変形は認められない。このことから、F22断層、F23断層、F24断層、F25断層及びF26断層は、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

銚田市大竹東方には、A-3背斜が分布している。A-3背斜はNE-SW方向で、長さは約14kmである。背斜分布域では、B₁層が海底面付近に分布しており、一部A層に不整合で覆われている。A-3背斜ではD₁層まで背斜構造が認められるが、少なくともB₁層に背斜による変形は認められない。このことから、A-3背斜は少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

3.2.2.7 活断層の同時活動

震源として考慮する断層のうち、次の断層については同時活動を考慮するものとする。

- (1) 棚倉破砕帯西縁断層（の一部）～棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層の同時活動
棚倉破砕帯西縁断層（の一部）と棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層については、こ

これらの性状や位置関係等から同時活動を考慮することとし、その長さを約42kmとする。

(2) F3断層～F4断層の同時活動

F3断層の北中部及びF4b-1の南部については、断層の走向、地層の落下方向及び地層の累積変位量が類似し、隣接することから、同時活動を考慮することとし、その長さを約16kmとする。

(3) F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動

F1断層の北方陸域においては、後期更新世以降の活動が否定できない北方陸域の断層及び塩ノ平地震断層が分布する。断層の走向・傾斜の類似性等も勘案し、これらの断層の同時活動を考慮することとし、その長さを約58kmとする。北方陸域の断層及び塩ノ平地震断層の調査結果を次に示す。

a. 文献調査結果

地質調査所 (1957) ⁽⁴⁾ 及び久保ほか (2007) ⁽⁹⁾ によるとF1断層の北方陸域に断層が記載されている。活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾ は、走向がNNW-SSE方向、長さ10km、確実度Ⅱ (活断層であると推定されるもの) として井戸沢断層を記載している。今泉ほか編 (2018) ⁽²⁹⁾、Toda and Tsutsumi (2013) ⁽¹¹⁵⁾ 及び地質調査所 (2016) ⁽¹⁰⁾ においても、活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾ に記載された位置に活断層等が記載されている。なお、活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾ において、井戸沢断層の北方約9kmに長さ約4kmの確実度Ⅲのリニアメントが記載されているが、活動性や性状の記載はない。また、同リニアメントについて、活構造を記載している文献は確認されない。

また、福島県浜通りの地震 (2011年4月11日、Mw6.7) の地震に伴って、井戸沢断層北部付近に、西側低下の正断層変位を示す地表地震断層 (塩ノ平地震断層) が長さ14.2km区間に出現した (栗田ほか (2011) ⁽¹¹⁶⁾、丸山ほか (2014) ⁽¹¹⁷⁾ 等) (第3.2.188図)。また、地震後にトレンチ調査等 (石山ほか (2012) ⁽¹¹⁸⁾、黒澤ほか (2012) ⁽¹¹⁹⁾、丸山ほか (2014) ⁽¹¹⁷⁾、堤・遠田 (2012) ⁽¹²⁰⁾、丹羽ほか (2013) ⁽¹²¹⁾) が複数実施され、後期更新世に正断層変位を示す断層活動が複数回あったとされている。Toda and Tsutsumi (2013) ⁽¹¹⁵⁾ によれば、塩ノ平地震断層の西側には、活断層の西側沈降に伴って、東方に流下する河川が堰き止められ形成された沖積低地が分布するとしている。

b. 変動地形学的調査結果

変動地形学的調査の結果、北方陸域の断層、井戸沢断層及び塩ノ平地震断層付近に、西側沈降を示すリニアメントが約23km連続して認められる。判読されたリニアメントは、L_Bランク、L_Cランク及びL_Dランクのリニアメントである。判読されたリニアメントの西側には、沖積低地が広がる。判読されたリニアメントの南端から海域のF1断層北端までの陸域約10km間にはリニアメントは判読されない。

なお、活断層研究会編 (1991) ⁽²⁴⁾ が指摘する井戸沢断層北方のリニアメント付近においては、山地高度に有意な不連続は認められず、尾根・水系の屈曲など横ずれを示唆する地形等も認められない。

c. 地表地質調査結果

判読されたリニアメント周辺の地質図を第3.2.189図に示す。

北方陸域の断層では、リニアメントとほぼ一致して断層が認められる。この断層の最新活動面は平面的であり、一部の露頭では軟質な粘土状破碎部を伴う。上載地層との関係は確認できず、後期更新世以降の活動が否定できない（第3.2.190図（1）、（2））。

d. F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の評価

F1断層の北方陸域では、判読したリニアメントとほぼ一致して断層が認められる。福島県浜通りの地震（2011年4月11日、Mw6.7）時に出現した塩ノ平地震断層は、後期更新世以降の活動が認められることから、震源として考慮する活断層と評価する。その北端はリニアメント及び文献（栗田ほか（2011）⁽¹¹⁶⁾及び丸山ほか（2014）⁽¹¹⁷⁾）が示す活構造のうち、断層長さが最長となる塩ノ平地震断層の北端とした。

塩ノ平南方についても、リニアメントとほぼ一致して断層が認められ、北方陸域の断層は、軟質な粘土を伴い、平面的であり、上載地層との関係が確認できないことから、震源として考慮する活断層と評価する。北方陸域の断層から海域のF1断層の間においては、リニアメントは判読されないが、断層の連続性等や離隔距離等が十分に確認できないことから、F1断層と北方陸域の断層までの同時活動を考慮するものとする。

さらに、塩ノ平地震断層については、塩ノ平地震断層の活動履歴や単位変位量の情報から、地震本部の評価手法も参考に検討した結果、塩ノ平地震断層自体の今後50年間における地震発生確率はほぼ0%であり、塩ノ平地震断層がF1断層及び北方陸域の断層が今後50年間で同時活動する場合の地震発生確率は更に小さいと考えられるが、断層の走向傾斜の類似性等を勘案し、F1断層、北方陸域の断層及び塩ノ平地震断層の同時活動を考慮するものとし、その長さを約58kmとする。

3.3 敷地近傍の地質・地質構造

3.3.1 調査内容

敷地近傍の地質・地質構造を把握するため、敷地周辺の調査結果を踏まえ、敷地を中心とする半径約5kmの範囲において実施した文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査及び海上音波探査等は以下のとおりである。

3.3.1.1 文献調査

敷地近傍の地形及び地質・地質構造に関する主要な文献としては、地質調査所発行「地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）」のうち「那珂湊地域の地質」（1972）⁽¹⁾、「磯浜地域の地質」（1975）⁽²⁾、「石岡地域の地質」（1981）⁽³⁾、「20万分の1地質図幅「水戸（第2版）」」（2001）⁽⁸⁾、「活断層データベース」（2016）⁽¹⁰⁾、「20万分の1日本シームレス地質図データベース」（2015）⁽¹¹⁾、「100万分の1日本地質図第3版（CD-ROM第2版）」（2003）⁽¹²⁾、経済企画庁発行の「土地分類図「茨城県」（20万分の1）」（1973）⁽⁷⁾、茨城県発行の「土地分類基本調査「那珂湊」（5万

分の1)」（1990）⁽¹⁷⁾、活断層研究会編の「[新編] 日本の活断層」（1991）⁽²⁴⁾、地質調査所発行の「50万分の1活構造図「東京」（第2版)」（1997）⁽²⁵⁾、地質調査所編の「日本地質アトラス（第2版)」（1992）⁽²⁷⁾、小池・町田編の「日本の海成段丘アトラス」（2001）⁽²⁸⁾、今泉ほか編の「活断層詳細デジタルマップ[新編]」（2018）⁽²⁹⁾、地震調査委員会の「関東地域の活断層の長期評価（第一版)」（2015）⁽³⁰⁾等がある。

重力異常に関する文献としては、地質調査所編の「日本重力データベース DVD版」（2013）⁽⁴²⁾等がある。

また、磁気異常に関する文献としては、中塚・大熊の「日本空中磁気DBによる対地1,500m平滑面での磁気異常分布データの編集」（2009）⁽⁴³⁾等がある。

これらの文献により、敷地近傍の地形及び地質・地質構造の概要を把握した。

3.3.1.2 敷地近傍の地質調査

文献調査の結果を踏まえ、敷地を中心とする半径約5kmの範囲において、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査及び海上音波探査等を実施した。

変動地形学的調査としては、国土地理院等で撮影された主に縮尺2万分の1の空中写真、米軍により撮影された縮尺4万分の1の空中写真並びに国土地理院発行の縮尺5万分の1、2万5千分の1の地形図等を使用して空中写真判読を行った。

地表地質調査としては、変動地形学的調査に使用した空中写真及び地形図を使用して、詳細な地表地質調査を実施した。

海域においては、海底の地形及び地質・地質構造に関する資料を得るため、石油公団等が実施した海上音波探査の記録解析、ブーマー、ウォーターガン及びエアガンを音源としたマルチチャンネル方式の海上音波探査を実施した。浅部の地質構造を把握するためのブーマー・マルチチャンネル方式の探査は、約1km×約1kmの格子状の測線配置を原則として実施した。浅部から中深部の地質構造を把握するためのウォーターガン・マルチチャンネル方式の探査は、約2km×約4kmの格子状の測線配置を原則として実施した。また、必要に応じて深部の地質構造を把握するためのエアガン・マルチチャンネル方式の探査を実施した。

これらの調査結果に基づいて、敷地近傍の地質図、地質断面図等を作成した。

3.3.2 調査結果

3.3.2.1 敷地近傍の地形

敷地近傍陸域の地形図を第3.3.1図に、敷地近傍海域の海底地形図を第3.3.2図に示す。

敷地近傍陸域の地形は、台地、低地及び海岸砂丘から成る。

台地は、東茨城台地、鹿島台地から成り、低地は、涸沼周辺や涸沼川及び大谷川に沿ってまとまって分布する。涸沼川に沿った低地は、北方的那珂川沿いの低地に連続する。鹿島台地の標高は、約40m～約30mであり、東茨城台地の標高は、約30m～約20mである。台地は涸沼川支流によって樹枝状に開析されている。海岸砂丘は、鹿島灘に

面する鹿島台地の東側の海岸部に分布し、急斜面をなす。敷地は涸沼と太平洋に挟まれた鹿島台地北部に位置している。

敷地近傍海域の地形は、全体的には水深20m未満で、海岸線と平行に沖合に向かって緩やかな傾斜を示している。

3.3.2.2 敷地近傍の地質

敷地近傍陸域の地質層序表を第3.3.1表に、敷地近傍陸域の地質図を第3.3.3図に、敷地近傍陸域の地質断面図を第3.3.4図に、敷地近傍海域の海底地質図を第3.3.5図に、海底地質断面図を第3.3.6図に示す。

敷地近傍の陸域には、下位より新第三系中新統の多賀層群、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層、第四系更新統の東茨城層群及び段丘堆積物、第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層がそれぞれ分布する。

敷地近傍の海域には、敷地前面海域で区分されたA層からE層のうち、A層、B層、D層及びE層が分布する。なお、C層は、伏在して分布し、E層については探査深度以深である。

(1) E層

E層は、敷地前面海域の音響基盤で、調査海域の再下位の地層である。本層は、砂岩、泥岩、変成岩類、花崗岩類から成ると推定され、上位層に不整合に覆われているが、大洗町北部の沿岸部で海底面に露出して分布する。E層は、海上音波探査結果等から、先古第三系から古第三系に対比される。

(2) 多賀層群・D層

多賀層群は、主に砂質泥岩から成り、ボーリング調査結果等によれば上位層に覆われて分布する。実施した珪藻及び石灰質ナンノ化石分析結果によれば、多賀層群は中部中新統である。

D層は、敷地前面海域で上位よりD₁層、D₂層及びD₃層に細区分され、砂岩、泥岩及びそれらの互層から成ると推定される。D₁層は、上位層に不整合で覆われ分布し、北部の沿岸部では海底面に露出している。D₂層はD₁層に、D₃層はD₂層にそれぞれ不整合で覆われて分布している。海上音波探査結果等から、D₁層及びD₂層は中新統に、D₃層は古第三系に対比される。

(3) 久米層・C層

久米層は、主に砂質泥岩から成り、ボーリング調査結果等によれば上位層に覆われて分布する。実施した珪藻及び石灰質ナンノ化石分析結果によれば、下部鮮新統～下部更新統である。

C層は、敷地前面海域で上位よりC₁層及びC₂層に細区分されており、敷地近傍海域にはC₁層が分布する。本層は、砂岩、泥岩及びそれらの互層から成ると推定され、上位層に不整合に覆われ分布する。C₁層は、海上音波探査結果等から鮮新統～下部更新統に対比される。

(4) 東茨城層群・段丘堆積物・B層

東茨城層群は、主に砂、礫及びシルトから成り、M1段丘堆積物に覆われて分布する。本層群は、東茨城台地、鹿島台地では、坂本ほか（1975）⁽²⁾及び坂本ほか（1981）⁽³⁾の石崎層、笠神層、見和層下部、見和層中部に、山元（2013）⁽⁶⁴⁾の笠神層及び夏海層に相当する。本層群は、M1段丘堆積物に不整合に覆われていることから、中部更新統と判断される。

段丘堆積物は、段丘面の分布、堆積物の層相、火山灰との関係等に基づいて、M1段丘堆積物、M2段丘堆積物、M3段丘堆積物、M4段丘堆積物及びL1段丘堆積物に区分される。M1段丘堆積物は主に海成堆積物、M2～M4段丘堆積物及びL1～L2段丘堆積物は河成堆積物から成る。

M1段丘堆積物は、東茨城台地、鹿島台地に連続的に広く分布する。堆積物は主に砂から成り、礫、シルトの薄層を伴い、貝化石や白斑状生痕が認められ、海成の堆積物である。下部は塊状の砂を主体とするが、上部は粗粒砂やシルトの薄層を挟在するなど、層相が変化する。本堆積物は、坂本ほか（1972）⁽¹⁾、坂本（1975）⁽²⁾及び坂本ほか（1981）⁽³⁾の見和層上部に相当する。本堆積物は、涸沼の北岸等では東茨城層群の礫層を覆い、涸沼の東岸等では東茨城層群のシルト層を覆い、涸沼の南岸等では東茨城層群の砂層を覆っており、その基底の分布標高は、おおむね水平である。鹿島灘沿岸では、白斑状生痕の上位に赤城水沼9、10テフラが認められる。これらのことから、M1面は、赤城水沼9、10テフラ降下堆積以後に形成されたと推定され、南関東の下末吉面から小原台面（MIS5e～MIS5c；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

M2段丘堆積物は、涸沼川支流の大谷川右岸、涸沼北岸等に断片的に分布する。堆積物は主に礫混じり砂から成り、下位のM1段丘堆積物等を削り込んでおり、その層相及び敷地周辺陸域の段丘面分布との関係から、M2面は、南関東の武蔵野面のM₂面（MIS5a；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

M3段丘堆積物は、涸沼南岸、大谷川左岸にややまとまって分布するほか、台地を開析する小河川沿いに断片的に分布する。堆積物は主に礫から成る。M3面は、M2面との境で段丘崖を成すことから、M3面はM2面形成以降形成されたと推定され、その層相及び敷地周辺陸域の段丘面分布との関係から、南関東武蔵野面のM₃面（MIS4；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

M4段丘堆積物は、台地を開析する小河川沿いに、小規模に点在して分布する。M4面は、M3面との境で段丘崖を成す地点では比高が小さいことから、M3面形成に引き続き形成されたと推定される。

L1段丘堆積物は、涸沼南岸、大谷川沿い、涸沼川周辺の低地沿いに断片的に分布する。堆積物は主に礫から成る。L1面は、その層相及び敷地周辺陸域の段丘面分布との関係から、南関東の立川面のT_{c1}面（MIS3；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。

B層は、敷地前面海域で上位よりB₁層、B₂層及びB₃層に細区分され、敷地近傍海域にはB₂層が分布する。本層は、未固結から半固結の砂、シルト及びそれらの互層から成ると推定され、大洗町北部の沿岸部を除いて広く分布しており、沿岸域ではA層に覆

われ、沖合では海底面に露出して分布する。B₂層は、海上音波探査結果等から中部更新統に対比される。

(5) 沖積層・A層

沖積層は、未固結の砂、シルト及び礫から成り、涸沼周辺、大谷川沿い及び涸沼川等の現河川に沿って分布する。

A層は、沿岸部に分布し、下位層を顕著な不整合関係で覆う。本層は、未固結なシルト、砂及び礫から成る完新世の堆積物と判断されることから、沖積層に対比される。

(6) 砂丘砂層

砂丘砂層は、鹿島台地の東縁に沿って分布し、東茨城層群、段丘堆積物等を覆う。本層は、未固結の淘汰の良い細粒砂から中粒砂より成る。

3.3.2.3 敷地近傍の地質構造

(1) 概要

敷地近傍を含む重力異常図を第3.2.6図(1)に、解釈図を第3.2.6図(5)、(6)に示す。敷地北方の那珂湊付近を中心とし、大洗港から磯崎町にかけて、NNE-SSW方向に重力異常の高まりが認められるが、敷地近傍は重力異常の勾配が緩やかになる。実施した反射法地震探査の結果によれば、Line-3では高重力異常から低重力異常に向かって先新第三系の上面が深くなっており、重力異常と調和的である。

中塚・大熊(2009)⁽⁴³⁾によると、敷地北方の海岸付近には正の磁気異常部が認められ、おおむねNNE-SSW方向に連続している。一方、敷地西方では負の磁気異常部が認められる(第3.2.7図)。

(2) 敷地近傍の断層及びリニアメント

敷地近傍では、活断層研究会編(1991)⁽²⁴⁾及び今泉ほか編(2018)⁽²⁹⁾等に、鹿島活傾動、北浦活傾動及び行方活傾動が記載されている。

敷地近傍陸域の変動地形学的調査結果を第3.3.7図に示す。変動地形学的調査の結果、リニアメントは判読されない。

地表地質調査結果によると、文献に記載されている鹿島活傾動、北浦活傾動及び行方活傾動位置付近には、断層は認められず、M1段丘堆積物基底面及びM1段丘堆積物の白斑状生痕を含む砂層には文献に記載される活傾動と調和的な高度差は認められない。以上のことから、鹿島活傾動、北浦活傾動及び行方活傾動位置付近で認められる地形面の高度差については、テクトニックな要因によるものではないと判断される。

敷地近傍海域については、海上音波探査の結果、敷地近傍においてF3、F4、F6断層が認められた(第3.3.5図)。これらのうち、F3断層の北中部及びF4b-1断層の南部については、断層分布域に後期更新世の地層であるB₁層が分布していないこと及び海底面付近に分布するB₂層の海底面付近まで断層による変位・変形が認められることから、B₂層堆積以降の活動が把握できない。このことから、F3断層及びF4断層の当該部分については、震源として考慮する活断層と評価するものとし、断層の走向、地層の落下方向及び地層の累積変位量が類似し、隣接することから、同時活動を考慮しその

長さを約16kmとする。F6断層は、変位・変形を与える最上位の地層がD₁層であり、C₁層以上の地層には変位・変形を与えていないことから、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。

以上のことから、敷地近傍においてはF3断層及びF4断層の約16kmを、震源として考慮する活断層と評価する。

3.4 敷地の地質・地質構造

3.4.1 調査内容

敷地の地質・地質構造を把握するため、敷地近傍の調査結果を踏まえ、敷地について実施した文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査、ボーリング調査等は以下のとおりである。

3.4.1.1 文献調査

敷地の地形及び地質・地質構造に関する主要な文献としては、地質調査所発行「地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）」のうち、「磯浜地域の地質」（1975）⁽²⁾、「20万分の1地質図幅「水戸」（第2版）」（2001）⁽⁸⁾、活断層研究会編の「[新編]日本の活断層」（1991）⁽²⁴⁾、今泉ほか編の「活断層詳細デジタルマップ[新編]」（2018）⁽²⁹⁾等がある。

3.4.1.2 敷地の地質調査

文献調査の結果を踏まえ、変動地形学的調査、地表地質調査及びボーリング調査等を実施した。

変動地形学的調査としては、国土地理院等で撮影された主に縮尺2万分の1の空中写真、米軍により撮影された縮尺4万分の1の空中写真並びに国土地理院発行の縮尺5万分の1、2万5千分の1の地形図等を使用して空中写真判読を行った。

地表地質調査としては、変動地形学的調査に使用した空中写真及び地形図を使用して、詳細な地表地質調査を実施した。

敷地の地質・地質構造の資料を得るため、第3.4.1図に示す位置でボーリング調査を実施した。

地質構造の解析に用いたボーリング調査の孔数は129孔、掘削総延長は約6,590mである。ボーリング調査においては、ロータリー型ボーリングマシンを使用し、掘削孔径は66mm～116mmで掘削を行った。採取したボーリングコアについて詳細な観察を行い、地質柱状図を作成した。また、ボーリングコアを用いて、珪藻及び石灰質ナノ化石分析を実施した。

以上の調査結果から地質図及び地質断面図を作成し、敷地の地質・地質構造について検討を行った。

3.4.2 調査結果

3.4.2.1 敷地の地形

敷地の地形面区分図を第3.4.2図に示す。

敷地は、涸沼と太平洋に挟まれた鹿島台地北部に位置している。

敷地は、標高約30m～約40mの台地及び台地を開析する低地から成る。台地は敷地近傍のM1面に相当し、敷地に広く分布する。低地は敷地の北部に分布する。なお、敷地の一部は地形が人工的に改変されている。

変動地形学的調査結果によると、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない。

3.4.2.2 敷地の地質

地表地質調査結果、ボーリング調査結果等から作成した地質平面図を第3.4.3図に、地質断面図を第3.4.4図に示す。地質層序表を第3.4.1表に示す。敷地の地質は、新第三系中新統の多賀層群、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層、第四系更新統の東茨城層群及びM1段丘堆積物並びに第四系完新統の砂丘砂層等から成る。

各地層の概要は、以下のとおりである。

(1) 多賀層群

多賀層群は、主に砂質泥岩から成り、標高約-130m以深からボーリング下端の標高約-220mまで分布することが確認されている。

本層の地質年代は、実施した珪藻及び石灰質ナンノ化石分析結果によれば、中部中新統である。

(2) 久米層

久米層は、主に砂質泥岩から成り、標高約-50m～標高約-130mに分布することが確認されている。

本層の地質年代は、実施した珪藻及び石灰質ナンノ化石分析結果によれば、下部鮮新統～下部更新統である。

(3) 東茨城層群

東茨城層群は、主に砂、礫及びシルトから成り、M1段丘堆積物に覆われて分布する。M1段丘堆積物とは不整合面を成しており、境界付近では垂円礫を主体とする砂礫から成る。層厚は最大約70mである。本層群は、坂本（1975）⁽²⁾の見和層中部及び石崎層に、山元（2013）⁽⁶⁴⁾の笠神層及び夏海層に相当する。

(4) M1 段丘堆積物

M1段丘堆積物は、敷地にM1面を形成して分布する。M1面は、その層相及び敷地近傍陸域の段丘面分布との関係から、南関東の下末吉面から小原台面（MIS5e～MIS5c；貝塚・松田編（1982）⁽⁶⁸⁾等）に対比される。本層群は、坂本（1975）⁽²⁾の見和層上部層に、山元（2013）⁽⁶⁴⁾の見和層及び茨城層に相当する。

(5) 沖積層

沖積層は、敷地の低地部に分布し、主に礫、砂及びシルトから成る。

(6) 砂丘砂層

砂丘砂層は、海岸付近に分布する。本層は、細粒砂から中粒砂より成る。

3.4.2.3 敷地の地質構造

変動地形学的調査結果によると、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない。

ボーリング調査及び反射法地震探査結果によれば、多賀層群及び久米層は、敷地全域の標高-50m以深に分布し、久米層の基底面はほぼ水平に分布する。久米層以浅の地層には断層は認められない。

M1段丘堆積物は、下位の東茨城層群を覆って、敷地に広く分布しており、東茨城層群及びM1段丘堆積物の基底面はほぼ水平に分布しており、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められない。このことから、敷地には、将来活動する可能性のある断層等は認められないと判断される。

3.5 原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造及び地盤

3.5.1 調査内容

3.5.1.1 ボーリング調査

原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造を把握するとともに、室内試験の供試体を採取し、ボーリング孔を利用した原位置試験を実施するためにボーリング調査を実施した。

設置位置付近のボーリング調査の孔数は45孔であり掘進総延長は約3,170m、最大掘進長は約260mである。

ボーリング調査においては、ロータリー型ボーリングマシンを使用し、掘削孔径66mm～150mmで実施した。

採取したボーリングコアについて詳細な観察を行い、地質柱状図を作成した。さらに、他の調査結果と併せて水平地質断面図及び鉛直地質断面図を作成し、原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造について検討を行った。調査位置図を第3.5.1図(1)に示す。

3.5.1.2 地下水位調査

敷地内の地下水位の状態を把握するために、地下水位及び宙水位の経時変化を観測した。観測位置を第3.5.1図(1)に示す。

3.5.1.3 岩石試験

原子炉施設設置位置付近の地盤の物理特性及び力学特性を明らかにするため、採取した試料を用いて、物理試験及び力学試験を実施した。

試験は、日本工業規格(JIS)、地盤工学会基準(JGS)等に準拠した。

(1) 試験項目

物理特性を明らかにする試験として、湿潤密度、含水比、土粒子の密度等を測定する物理試験を実施した。また、強度特性及び変形特性を明らかにする試験として、引張強さ試験、三軸圧縮試験、静ポアソン比測定、繰返し三軸試験(変形特性)を実施した。

(2) 試験方法

a. 引張強さ試験

岩石の引張強さ試験により引張強さを求めた。供試体寸法は直径約5cm、高さ約5cm又は直径約6～6.5cm、高さ約6～6.5cmとした。

b. 三軸圧縮試験

試験は、ゴムスリーブ中の供試体を有効土被り圧相当で圧密した後、非排水状態で所定の側圧のもとで軸荷重を載荷し（以下「CUU条件」という。）、破壊時の軸差応力を求める方法で実施した。

供試体寸法は直径約5cm、高さ約10cm又は直径約6～6.5cm、高さ約12～13cmとした。

c. 静ポアソン比測定

静ポアソン比は、三軸圧縮試験（CUU条件）実施時に、軸荷重載荷時の供試体の体積変化量を測定する方法で算出した。

d. 繰返し三軸試験（変形特性）

試験は、ゴムスリーブ中の供試体を有効土被り圧相当で圧密した後、非排水状態で周波数1Hzの繰返し軸荷重を段階的に加える方法で実施した。

供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cm又は直径約6～6.5cm、高さ約12～13cmとした。

3.5.1.4 土質試験

原子炉施設設置位置付近の地盤の物理特性及び力学特性を明らかにするため、採取した試料を用いて、物理試験及び力学試験を実施した。

試験は、日本工業規格（JIS）、地盤工学会基準（JGS）等に準拠した。

(1) 試験項目

物理特性を明らかにする試験として、湿潤密度、含水比、土粒子の密度等を計測する物理試験を実施した。また、強度特性及び変形特性を明らかにする試験として、三軸圧縮試験、静ポアソン比測定、繰返し三軸試験（変形特性）、繰返し中空ねじりせん断試験（変形特性）を実施した。

(2) 試験方法

a. 三軸圧縮試験

試験は、CUU条件により破壊時の軸差応力を求める方法、所定の圧力で圧密した後、排水状態で軸荷重を載荷し（以下「CD条件」という。）、破壊時の軸差応力を求める方法及び非排水状態で軸荷重を載荷し（以下「UU条件」という。）、破壊時の軸差応力を求める方法で実施した。

供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cm又は直径約9.2cm、高さ約18.4cmとした。

b. 静ポアソン比測定

静ポアソン比は、三軸圧縮試験（CUU条件、CD条件及びUU条件）の実施時に、軸荷重載荷時の供試体の体積変化量を測定する方法で算出した。

c. 繰返し三軸試験（変形特性）

試験は、ゴムスリーブ中の供試体に有効土被り圧相当で圧密した後、非排水状態で周波数1Hzの繰返し軸荷重を段階的に加える方法で実施した。

供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cm又は直径約9.2cm、高さ約18.4cmとした。

d. 繰返し中空ねじりせん断試験（変形特性）

試験は、ゴムスリーブ中の供試体を有効土被り圧相当で圧密した後、非排水状態で周波数1Hzの繰返しねじり力を段階的に加える方法で実施した。

供試体寸法は、直径約7cm、内径約3cm、高さ約7cmとした。

3.5.1.5 原位置試験

(1) PS検層

基礎地盤の深さ方向の動的な変形特性を把握するため、第3.5.1図(1)に示す位置でPS検層を実施した。

PS検層は、孔中に受振器を設け、地上で板たたき法によって起振するダウンホール方式及び起振装置と受振器が一体となったゾンデを孔内に挿入し、孔内で起振受振するサスペンション方式で行った。検層により基礎地盤のP波及びS波の伝搬速度を求め、初期動せん断弾性係数及び動ポアソン比を算出した。

原子炉施設設置位置付近においてPS検層は10孔で実施し、総延長約1,460mである。

(2) 標準貫入試験

基礎地盤の硬軟、締まり具合を把握するため、第3.5.1図(1)に示す位置で標準貫入試験を実施した。

試験は、ハンマーを自由落下させ標準貫入試験用サンプラーを30cm打込むのに要する打撃回数（N値）を測定する方法で実施した。

3.5.1.6 改良地盤の試験

改良地盤の物理的、力学的性質を確認し、施設の設計及び施工の基礎資料を得るため、第3.5.1図(2)に示す位置で試験施工を行い、物理試験、力学試験及び原位置試験を実施した。試験は、日本工業規格(JIS)、地盤工学会基準(JGS)等に準拠した。試料を採取した位置を第3.5.1図(2)に示す。

(1) 試験項目

物理試験として、湿潤密度試験を実施した。また、強度特性及び変形特性を明らかにする試験として、一軸圧縮試験、引張強さ試験、三軸圧縮試験、繰返し三軸試験（変形特性）、PS検層を実施した。

(2) 試験方法

a. 一軸圧縮試験

試験は、岩石の一軸圧縮試験により、自然状態の供試体について実施した。供試体寸法は直径約5cm、高さ約10cmとした。

b. 引張強さ試験

岩石の引張強さ試験により引張強さを求めた。供試体寸法は直径約5cm、高さ約5cmとした。

- c. 三軸圧縮試験
試験は、UU条件により破壊時の軸差応力を求める方法で実施した。
供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cmとした。
- d. 静ポアソン比測定
静ポアソン比は、一軸圧縮試験で算出した。
- e. 繰返し三軸試験（変形特性）
試験は、ゴムスリーブ中の供試体に有効土被り圧相当で圧密した後、非排水状態で周波数1Hzの繰返し軸荷重を段階的に加える方法で実施した。
供試体寸法は、直径約5cm、高さ約10cmとした。
- f. PS検層
PS検層は、孔中に受振器を設け、地上で板たたき法によって起振するダウンホール方式で行った。検層により改良地盤のP波及びS波の伝搬速度を求め、初期動せん断弾性係数及び動ポアソン比を算出した。

3.5.2 調査結果

3.5.2.1 原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造

(1) 地質

敷地で実施したボーリングの地質柱状図について代表的なものを第3.5.2図から第3.5.11図に示す。地表地質調査、ボーリング調査結果等から作成した水平地質断面図を第3.5.12図に、鉛直地質断面図を第3.5.13図(1)から第3.5.13図(4)に示す。

原子炉施設設置位置付近の地質は、新第三系中新統の多賀層群及び新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層、第四系更新統の東茨城層群及びM1段丘堆積物から成る。

a. 多賀層群

多賀層群は、主に暗灰色を呈する砂岩・泥岩の互層から成る。ボーリングコアは棒状を呈し、生痕化石、有機物、サガリテスなどが観察されるとともに、石英脈の貫入に伴う珪化作用を受け、硬質となっている。

b. 久米層

久米層は、主に暗緑灰色を呈する砂質泥岩から成る。砂質泥岩は塊状で、貝化石片や軽石粒が観察される。

また、泥岩の下位には、シルト分が多く、下位層と狭い範囲で漸移するシルト質砂岩が分布し、ほぼ均質塊状であるが、貝化石や軽石粒の混入が見られる。また、この層の基底部には礫が分布するところがあるが、厚さは一定しない。

c. 東茨城層群

東茨城層群は、坂本（1975）⁽²⁾の石崎層及び見和層中部層から成り、山元（2013）⁽⁶⁴⁾の笠神層及び夏海層に相当する。

石崎層は、細砂を主体とした層で、全体として均質塊状であるが、連続性のよいシルト層、シルト混り砂層、砂礫層を挟んでいる。層厚は、約50mである。

見和層中部層は、河川堆積砂礫層と考えられ、礫種はチャート、砂岩が多く、花

崗岩類や安山岩類も含んでいる。層厚は約5mでほぼ水平に連続して分布し、M1段丘堆積物に不整合に覆われる。

d. M1段丘堆積物

M1段丘堆積物は、坂本（1975）⁽²⁾の見和層上部層から成り、山元（2013）⁽⁶⁴⁾の見和層及び茨城層に相当する。

M1段丘堆積物の下部は海成層から成り、円礫混じり砂、砂礫を挟在する淘汰の良い砂層、淘汰の悪い砂層と層相が変化し、その上部には白斑状生痕を伴う層準が認められる。下位の東茨城層群とは層相が異なっており、層相の境界には不連続面が確認される。その不連続面には堆積環境の変化（堆積間隙）が認められることから、両地層は不整合関係で接している。中部は比較的均質塊状シルト～粘性の高い粘土から成り淡水環境で堆積したと考えられる。上部は風成層から成り、淘汰の良い砂～中砂から成り、平行葉理が発達し、褐鉄鉱の濃集が認められる。最上部にはローム層が堆積している。層厚は最大約20mである。M1段丘堆積物の分布状況は、敷地周辺の分布状況と整合しており、M1段丘堆積物の下部はMIS5eの堆積物であると考えられる。

(2) 地盤分類

原子炉施設設置位置付近の地盤分類図を第3.5.13図(1)から第3.5.13図(4)に示す。設置位置付近には、多賀層群、久米層、東茨城層群、M1段丘堆積物が分布する。

社団法人日本電気協会の「原子力発電所耐震設計指針 JEAG4601」を参考に、各層の年代、層相、固結の程度等の地質学的性質及び工学的性質の違いから、原子炉基礎地盤を次のように分類した。

多賀層群は、中新統の砂岩・泥岩の互層であり、軟質岩盤に分類され、岩相に変化は少ないことから、砂岩泥岩互層（Tg）の区分とした。

久米層は、鮮新統～下部更新統の砂質泥岩とシルト岩から成り、軟質岩盤に分類され、砂質泥岩（Km）及びシルト質砂岩（Ks）の区分とした。

低固結～未固結地盤に分類される東茨城層群、M1段丘堆積物は、以下のように区分した。

東茨城層群は、坂本（1975）⁽²⁾に対比される石崎層及び見和層中部層に区分した。石崎層は、砂混じり礫を主体とする砂混じり砂礫土（Is-Sg）、砂を主体とする4層の砂質土（Is-S₁、Is-S₂U、Is-S₂L、Is-S₃）、細粒分を多く含む砂質土（Is-Sc）、粘土を主体とする粘性土（Is-C）に区分した。見和層中部層は、砂混じり砂礫土（Mm-Sg）に区分した。

M1段丘堆積物は、坂本（1975）⁽²⁾に対比される見和層上部層及びローム層に区分した。見和層上部層は、砂混じり礫を主体とする砂混じり砂礫土（Mu-Sg）、砂を主体とする3層の砂質土（Mu-S、Mu-S₁、Mu-S₂）、粘土を主体とする粘性土（Mu-C）に、ローム層は火山灰質粘性土（Lm）に区分した。なお、埋戻土（B）の記載は省略した。

(3) 地下水位観測の結果

2015年2月より2022年2月までの間に実施した地下水位の観測結果を第3.5.14図(1)

に示す。地下水位は、T.P. 約+4～7m付近に存在し、観測期間中の変動幅は1m以内である。

2015年5月より2022年2月までの間に実施した宙水位の観測結果を第3.5.14図(2)に示す。宙水位は、T.P. 約+28～30m付近に存在し、宙水が帯水する層の厚さは0.2～2.0m程度である。

(4) 地質構造

ボーリング調査結果によると、久米層はT.P. 約-50m以深に分布し、久米層を不整合に覆って東茨城層群及びM1段丘堆積物が分布している。

M1段丘堆積物の基底面の分布標高は各ボーリング孔でほぼ同様であり、ほぼ水平に分布している。更に、M1段丘堆積物の層相変化も各孔で連続的に確認され、各層の分布標高もほぼ同様である。また、東茨城層群及び久米層の基底面もほぼ水平に分布しており、断層を示唆する系統的な不連続や累積的な変位・変形は認められず（第3.5.15図から第3.5.18図）、久米層中には断層の存在を示唆する鏡肌や条線及び挟材物等は認められない。

以上のことから、原子炉施設設置位置付近には、将来活動する可能性のある断層等は認められないと判断される。

3.5.2.2 室内試験結果

(1) 岩石試験結果

原子炉施設設置位置付近に分布する多賀層群及び久米層から採取した試料による岩石試験結果を以下に示す。

a. 物理特性

ボーリングコアのT.P. 約-60m～T.P. 約-200mの範囲から採取した138個の試料について、物理試験を実施した。

湿潤密度 ρ_t の試験結果を第3.5.19図に、湿潤密度 ρ_t 、含水比 w 、土粒子の密度、間隙比 e の試験結果を第3.5.1表に示す。

Km層の湿潤密度 ρ_t は平均 $1.78\text{g}/\text{cm}^3$ 、含水比 w は平均 37.2%、土粒子の密度は平均 $2.67\text{g}/\text{cm}^3$ 、間隙比 e は平均 1.07 である。

Ks層の湿潤密度 ρ_t は平均 $1.81\text{g}/\text{cm}^3$ 、含水比 w は平均 32.6%、土粒子の密度は平均 $2.66\text{g}/\text{cm}^3$ 、間隙比 e は平均 0.97 である。

Tg層の湿潤密度 ρ_t は平均 $1.86\text{g}/\text{cm}^3$ 、含水比 w は平均 26.5% である。

b. 引張強さ

ボーリングコアから採取した16個の供試体について、岩石の引張強さ試験を実施した。引張強さ σ_t の試験結果を第3.5.20図に示す。

Km層、Ks層の引張強さは平均値で $0.160\text{N}/\text{mm}^2$ である。

c. 三軸圧縮試験結果（強度特性）

ボーリングコアから採取した126個の供試体について、三軸圧縮試験（CUU条件）を実施した。

Km層、Ks層の三軸圧縮試験による非排水せん断強さ C_u と標高 Z の関係を第3.5.21図

に示す。

破壊時の非排水せん断強さ C_u と残留時の非排水せん断強さ C_{ur} は深度方向に増加する傾向が認められ、標高 Z との関係は次式で近似される。

Km層、Ks層

$$C_u = 0.660 - 0.00440 \cdot Z \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$C_{ur} = 0.295 - 0.00495 \cdot Z \quad (\text{N/mm}^2)$$

d. 静弾性係数

三軸圧縮試験 (CUU条件) により静弾性係数 E_{50} を求めた。静弾性係数 E_{50} の結果を第3.5.22図及び第3.5.3表(1)に示す。Tg層の静弾性係数 E_{50} は平均 $1,080\text{N/mm}^2$ である。Km層、Ks層の静弾性係数 E_{50} は深度方向に増加する傾向が認められ、標高 Z との関係は次式で近似される。

Km層、Ks層

$$E_{50} = 327 - 2.74 \cdot Z \quad (\text{N/mm}^2)$$

e. 静ポアソン比

三軸圧縮試験 (CUU条件) 実施時に静ポアソン比測定を実施した。静ポアソン比の結果を第3.5.3表(1)に示す。Km層及びKs層の静ポアソン比 ν は平均 0.49 、Tg層の静ポアソン比 ν は平均 0.47 である。

f. 動の変形特性

ボーリングコアから採取した35個の供試体について、繰返し三軸試験 (変形特性) を実施した。得られた正規化せん断弾性係数 G/G_0 とせん断ひずみ γ の関係並びに減衰率 h とせん断ひずみ γ の関係を、第3.5.23図(1)から第3.5.23図(3)に示す。

正規化動せん断弾性係数 G/G_0 及び減衰率 h とせん断ひずみ γ の関係は次式で近似される。

Km層

$$G/G_0 = 1/(1 + 2.32\gamma^{1.04})$$

$$h = 15.3\gamma/(\gamma + 0.763) + 1.54$$

Ks層

$$G/G_0 = 1/(1 + 3.09\gamma^{0.986})$$

$$h = 15.0\gamma/(\gamma + 0.603) + 1.30$$

Tg層

$$G/G_0 = 1/(1 + 1.75\gamma^{0.925})$$

$$h = 9.59\gamma/(\gamma + 0.346) + 1.00$$

(2) 土質試験結果

a. 物理特性

ボーリングコアから採取した591個の試料について物理試験を実施した。湿潤密度

ρ_t 、含水比 w 、土粒子の密度 ρ_s 、間隙比 e の試験結果を第3.5.2表に示す。なお、Is-Sg層については、耐震重要施設周辺の地盤において薄く部分的であることからIs-S₂L層の試験結果を物性値に設定する（以降の強度特性、静弾性係数、静ポアソン比、動的変形特性についても同様）。

埋戻土の湿潤密度 ρ_t は平均1.90g/cm³、含水比 w は平均20.5%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.68g/cm³、間隙比 e は平均0.71である。

Lm層の湿潤密度 ρ_t は平均1.35g/cm³、含水比 w は平均97.8%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.76g/cm³、間隙比 e は平均3.09である。

Mu-S₁層の湿潤密度 ρ_t は平均1.86g/cm³、含水比 w は平均18.1%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.69g/cm³、間隙比 e は平均0.71である。

Mu-C層の湿潤密度 ρ_t は平均1.72g/cm³、含水比 w は平均48.5%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.67g/cm³、間隙比 e は平均1.32である。

Mu-S層の湿潤密度 ρ_t は平均1.87g/cm³、含水比 w は平均31.8%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.71g/cm³、間隙比 e は平均0.91である。

Mu-S₂層の湿潤密度 ρ_t は平均1.86g/cm³、含水比 w は平均21.7%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.70g/cm³、間隙比 e は平均0.76である。

Mm-Sg層の湿潤密度 ρ_t は平均2.23g/cm³、含水比 w は平均8.8%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.70g/cm³、間隙比 e は平均0.32である。

Is-S₁層の湿潤密度 ρ_t は平均1.83g/cm³、含水比 w は平均27.0%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.71g/cm³、間隙比 e は平均0.88である。

Is-C層の湿潤密度 ρ_t は平均1.85g/cm³、含水比 w は平均34.7%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.69g/cm³、間隙比 e は平均0.96である。

Is-S₂U層の湿潤密度 ρ_t は平均1.82g/cm³、含水比 w は平均33.8%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.68g/cm³、間隙比 e は平均0.96である。

Is-Sc層の湿潤密度 ρ_t は平均1.78g/cm³、含水比 w は平均38.6%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.66g/cm³、間隙比 e は平均1.07である。

Is-S₂L層の湿潤密度 ρ_t は平均1.91g/cm³、含水比 w は平均25.7%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.74g/cm³、間隙比 e は平均0.80である。

Is-S₃層の湿潤密度 ρ_t は平均1.94g/cm³、含水比 w は平均26.8%、土粒子の密度 ρ_s は平均2.72g/cm³、間隙比 e は平均0.78である。

b. 三軸圧縮試験結果（強度特性）

ボーリングコアから採取した264個の供試体について、三軸圧縮試験（CD条件、CUU条件及びUU条件）を実施した。

三軸圧縮試験（CD条件、CUU条件及びUU条件）によるピーク強度及び残留強度の破壊応力円を第3.5.24図(1)から第3.5.24図(13)に示す。

埋戻土（B層）（CD条件）

$$\tau = 0.008 + \sigma \cdot \tan 34.9^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\tau_r = 0.008 + \sigma \cdot \tan 34.2^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

Lm層 (UU条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.042 + \sigma \cdot \tan 19.7^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 0.052 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.066\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.040 + \sigma \cdot \tan 15.8^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.066\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Mu-S₁層 (CD条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.021 + \sigma \cdot \tan 37.0^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 0.068 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.004\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.014 + \sigma \cdot \tan 33.0^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.004\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Mu-C層 (CUU条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.227 + \sigma \cdot \tan 16.6^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 0.227 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.196\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.179 + \sigma \cdot \tan 9.3^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.196\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Mu-S層 (CD条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.060 + \sigma \cdot \tan 36.0^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 0.124 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.003\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.018 + \sigma \cdot \tan 35.5^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.003\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Mu-S₂層 (CD条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.040 + \sigma \cdot \tan 38.4^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= \sigma \cdot \tan 38.0^\circ && (\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Mm-Sg層 (CD条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.086 + \sigma \cdot \tan 40.0^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.003 + \sigma \cdot \tan 40.1^\circ && (\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Is-S₁層 (CUU条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.399 + \sigma \cdot \tan 27.7^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 0.660 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.228\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.268 + \sigma \cdot \tan 27.7^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.228\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Is-C層 (CUU条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.543 && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 0.409 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.527\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.464 && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.527\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Is-S₂U層 (CUU条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.725 + \sigma \cdot \tan 12.4^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 1.01 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.787\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.719 + \sigma \cdot \tan 12.4^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.787\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Is-Sc層 (CUU条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.559 + \sigma \cdot \tan 10.0^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 0.664 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.658\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.559 + \sigma \cdot \tan 8.8^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.658\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Is-S₂L層 (CUU条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.631 + \sigma \cdot \tan 20.0^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 1.02 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.793\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.611 + \sigma \cdot \tan 20.0^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.793\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

Is-S₃層 (CUU条件)

$$\begin{aligned}\tau &= 0.888 + \sigma \cdot \tan 16.9^\circ && (\text{N/mm}^2) \\ \tau_r^2 &= 1.27 \cdot \sigma && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.812\text{N/mm}^2) \\ \tau_r &= 0.768 + \sigma \cdot \tan 16.9^\circ && (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.812\text{N/mm}^2)\end{aligned}$$

c. 静弾性係数

三軸圧縮試験 (CD 条件、CUU 条件及び UU 条件) により静弾性係数 E_{50} を求めた。静弾性係数 E_{50} の結果を第 3.5.3 表(2)に示す。

UU 条件の静弾性係数 E_{50} は Lm 層で平均 9.38N/mm² である。

CD 条件の静弾性係数 E_{50} は埋戻土で平均 25.3N/mm²、Mu-S₁層で平均 45.0N/mm²、Mu-S層で平均 59.9N/mm²、Mu-S₂層で平均 80.6N/mm²、Mm-Sg層で平均 188N/mm² である。

CUU 条件の静弾性係数 E_{50} は Mu-C 層で平均 136N/mm²、Is-S₁層で平均 55.9N/mm²、Is-C 層で平均 279N/mm²、Is-S₂U 層で平均 109N/mm²、Is-Sc 層で平均 251N/mm²、Is-S₂L 層で平均 162N/mm²、Is-S₃層で平均 176N/mm² である。

d. 静ポアソン比

三軸圧縮試験 (CD条件、CUU条件及びUU条件) 実施時に静ポアソン比の測定を実施した。静ポアソン比の結果を第3.5.3表(2)に示す。

静ポアソン比 ν の平均値は、埋戻土で0.23、Lm層で0.32、Mu-S₁層で0.26、Mu-C層で0.497、Mu-S層で0.28、Mu-S₂層で0.26、Mm-Sg層で0.26、Is-S₁層で0.49、Is-C層で0.49、Is-S₂U層で0.48、Is-Sc層で0.48、Is-S₂L層で0.48、Is-S₃層で0.49である。

e. 動的変形特性

ボーリングコアから採取した70個の供試体について、動的変形特性を求める目的で、繰返し三軸圧縮試験又は繰返し中空ねじり試験を実施した。この結果の正規化せん断弾性係数 G/G_0 とせん断ひずみ γ の関係並びに減衰率 h とせん断ひずみ γ の関係

を第3.5.25図(1)から第3.5.25図(13)に示す。

正規化動せん断弾性係数 G/G_0 及び減衰率 h とせん断ひずみ γ の関係は次式で近似される。

埋戻土 (B層)

$$G/G_0 = 1/(1 + 15.3\gamma^{0.935})$$
$$h = 22.5\gamma/(\gamma + 0.0734) + 0.171$$

Lm層

$$G/G_0 = 1/(1 + 4.56\gamma^{0.711})$$
$$h = 8.80\gamma/(\gamma + 0.0579) + 1.70$$

Mu-S₁層

$$G/G_0 = 1/(1 + 13.6\gamma^{0.873})$$
$$h = 20.7\gamma/(\gamma + 0.0758) + 0.180$$

Mu-C層

$$G/G_0 = 1/(1 + 4.34\gamma^{0.791})$$
$$h = 10.1\gamma/(\gamma + 0.148) + 1.82$$

Mu-S層

$$G/G_0 = 1/(1 + 6.20\gamma^{0.830})$$
$$h = 20.4\gamma/(\gamma + 0.141) + 0.004$$

Mu-S₂層

$$G/G_0 = 1/(1 + 6.86\gamma^{0.827})$$
$$h = 22.8\gamma/(\gamma + 0.130) + 0.472$$

Mm-Sg層

$$G/G_0 = 1/(1 + 6.69\gamma^{0.801})$$
$$h = 13.2\gamma/(\gamma + 0.0512) + 1.72$$

Is-S₁層

$$G/G_0 = 1/(1 + 5.08\gamma^{0.817})$$
$$h = 23.7\gamma/(\gamma + 0.203) + 0.374$$

Is-C層

$$G/G_0 = 1/(1 + 5.21\gamma^{0.913})$$
$$h = 13.6\gamma/(\gamma + 0.149) + 1.19$$

Is-S₂U層

$$G/G_0 = 1/(1 + 3.79\gamma^{0.937})$$
$$h = 24.0\gamma/(\gamma + 0.501) + 0.892$$

Is-S_c層

$$G/G_0 = 1/(1 + 3.73\gamma^{0.918})$$
$$h = 17.4\gamma/(\gamma + 0.277) + 0.877$$

Is-S₂L層

$$G/G_0 = 1/(1 + 5.30\gamma^{1.04})$$
$$h = 28.1\gamma/(\gamma + 0.453) + 0.803$$

Is-S₃層

$$G/G_0 = 1/(1 + 4.72\gamma^{1.00})$$
$$h = 29.6\gamma/(\gamma + 0.517) + 0.740$$

(3) 改良地盤の試験結果

a. 物理特性

採取した32個の試料について物理試験を実施した。湿潤密度 ρ_t 、含水比 w 、土粒子の密度 ρ_s 、間隙比 e の試験結果を第3.5.2表に示す。改良地盤の湿潤密度 ρ_t は平均 2.05g/cm^3 、含水比 w は平均23.8%、土粒子の密度 ρ_s は平均 2.69g/cm^3 、間隙比 e は平均0.65である。

b. 引張強さ

引張強さ試験の結果を第3.5.26図に示す。室内再構成試料の供試体による最小値は、 0.438N/mm^2 である。ただし、引張強さは「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」(2018)⁽¹²⁴⁾を参考に保守的に 0.3N/mm^2 を設定する。

c. 三軸圧縮試験結果（強度特性）

三軸圧縮試験（UU条件）によるピーク強度及び残留強度の破壊応力円を第3.5.27図に示す。

改良地盤（UU条件）

$$\tau = 1.12 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$
$$\tau_r^2 = 1.10 \sigma \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma < 0.314\text{N/mm}^2)$$
$$\tau_r = 0.468 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\sigma \geq 0.314\text{N/mm}^2)$$

d. 静弾性係数

三軸圧縮試験から得られた静弾性係数 E_{50} を第3.5.3表(2)に示す。静弾性係数 E_{50} は、平均 $1,720\text{N/mm}^2$ である。

e. 静ポアソン比

一軸圧縮試験から得られた静ポアソン比を第3.5.3表(2)に示す。静ポアソン比は、平均0.18である。

f. 動的変形特性

繰返し三軸試験(変形特性)の結果を第3.5.28図に示す。正規化動せん断弾性係数 G/G_0 及び減衰率 h とせん断ひずみ γ の関係は次式で近似される。

改良地盤

$$G/G_0 = 1/(1 + 3.44 \gamma^{0.998})$$

$$h = 12.5 \gamma / (\gamma + 0.393) + 1.40$$

g. 動せん断弾性係数

PS検層の結果、改良地盤のS波速度は730m/s、P波速度は1900m/sである。また、PS検層によるS波速度 V_s と物理試験より得られた湿潤密度 ρ_t を用いて、次式により初期動せん断弾性係数 G_0 を求めた。

$$G_0 = \rho_t \times V_s^2$$

初期動せん断弾性係数 G_0 の結果を第3.5.5表に示す。

3.5.2.3 原位置試験結果

(1) PS検層による弾性波速度

実施したPS検層結果を第3.5.4表(1)から第3.5.4表(2)及び第3.5.29図(1)から第3.5.29図(7)に示す。

a. 動せん断弾性係数

PS検層によるS波速度 V_s と物理試験より得られた湿潤密度 ρ_t を用いて、次式により初期動せん断弾性係数 G_0 を求めた。

$$G_0 = \rho_t \times V_s^2$$

初期動せん断弾性係数 G_0 の結果を第3.5.5表に示す。

(2) 標準貫入試験

原子炉施設設置位置付近のボーリング孔22孔で標準貫入試験を実施した。標準貫入試験の結果を第3.5.13図(1)から第3.5.13図(3)に示す。

3.6 原子炉施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性

耐震設計上の重要度分類Sクラスの機器・配管系及びそれらを支持する建物・構築物(耐震重要施設)が設置される基礎地盤について、十分な安定性を有することを確認する。

対象施設は原子炉建物及び原子炉附属建物、主冷却機建物とし、基礎地盤の地震時の支持性能については、基礎地盤のすべり、基礎地盤の支持力及び基礎底面の傾斜を評価する。主冷却機建物については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。

また、周辺地盤の変状による施設への影響評価、地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価及び周辺斜面の安定性評価を行い、対象施設の安全機能に重大な影響を及ぼさないことを確認

する。

3.6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

3.6.1.1 評価方法

(1) 解析手法

基礎地盤のすべり、基礎地盤の支持力及び基礎底面の傾斜に関する安定性について、2次元有限要素法による地震応答解析により検討した。

地震応答解析は、2次元有限要素モデルを用いた周波数応答解析とし、等価線形化法により動せん断弾性係数及び減衰率のひずみ依存性を考慮する。

地震時の応力は、静的有限要素法解析による常時応力及び地震応答解析による地震時増分応力を重ね合わせるにより求める。常時応力は建物の荷重及び地盤の初期応力を考慮して求め、地震時増分応力は水平地震動及び鉛直地震動を同時加振した場合の応答を考慮して求める。基礎地盤の安定性評価フローを第3.6.1図に示す。

(2) 解析条件

a. 解析断面

解析の対象とする断面は、基礎地盤の地質構造及び対象施設の配置を考慮し、対象施設を中心に直交する3断面A-A'、B-B'及びC-C'とする。解析断面位置図を第3.6.2図に示す。

b. 解析モデル

有限要素法解析に用いる解析用地盤モデルは、第3.5.13図(1)から第3.5.13図(3)に示す鉛直地質断面図に基づき作成する。また、建設時の掘削範囲の埋戻土及び主冷却機建物の改良地盤を解析用地盤モデルに反映する。解析用建物モデルは、多質点系モデルに基づき作成する。解析モデルを第3.6.3図(1)から第3.6.3図(3)に、改良地盤の範囲を第3.6.3図(4)に示す。

常時応力を算定する静的解析における境界条件は、モデル下端を固定境界、側方を鉛直ローラー境界とする。また、動的解析における境界条件は、モデル下端を粘性境界、側方をエネルギー伝達境界とする。境界条件を第3.6.4図に示す。

c. 解析用物性値

解析用物性値は、地盤調査結果に基づき設定する。解析用物性値を第3.6.1表(1)及び第3.6.1表(2)に示す。また、地盤強度のばらつき(平均値 $-1.0 \times$ 標準偏差(σ))を考慮した検討も実施する。改良地盤については、試験施工に基づいた各種試験から強度を設定しており、3.8章に示す品質管理方針により所定の強度が確保されていることを施工時の品質管理で確認する。

d. 解析用地下水位

解析用地下水位は、保守的な評価となるよう地表面に設定する。

e. 入力地震動

入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動を第3.6.3図(1)から第3.6.3図(3)に示す解析モデルの下端に入力する。なお、応答スペクトル手法に基づく基準地震動(Ss-D)及び震源を特定せず策定する地震動による基準地震動(Ss-6)については

水平地震動及び鉛直地震動の位相反転を考慮する。

3.6.1.2 評価内容

(1) 基礎地盤のすべり

すべり安全率は、想定すべり線上のせん断抵抗力の和を想定すべり線上のせん断力の和で除して求め、すべり安全率が1.5を上回ることを確認する。想定すべり線は対象施設の基礎底面を通り、地表面へ立ち上がる連続したすべり線とする。地表面へ立ち上がるすべり線は局所安全率、応力状態及び受働崩壊角を踏まえて設定する。

すべり安全率算定に用いる地盤強度は、せん断強度に達した要素では残留強度を用いる。また、引張破壊が生じる要素ではすべり線の垂直応力が圧縮の場合は残留強度、引張の場合は強度をゼロとしてすべり安全率を算定する。

さらに、最小すべり安全率を示すケースについて、地盤強度のばらつきを考慮した評価を行う。

(2) 基礎地盤の支持力

地震時における基礎底面の接地圧が評価基準値（支持力）を下回ることを確認する。

(3) 基礎底面の傾斜

地震時における基礎底面の傾斜が評価の目安である1/2,000を下回ることを確認する。

3.6.1.3 評価結果

(1) 基礎地盤のすべり

想定すべり線におけるすべり安全率を第3.6.2表(1)から第3.6.2表(3)に示す。

原子炉建物及び原子炉附属建物の最小すべり安全率は2.0、最小すべり安全率を示すケースについて、地盤強度のばらつきを考慮した場合は1.8であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることから、基礎地盤はすべりに対して十分な安定性を有している。

主冷却機建物の最小すべり安全率は2.1、最小すべり安全率を示すケースについて、地盤強度のばらつきを考慮した場合は1.7であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることから、基礎地盤はすべりに対して十分な安定性を有している。

(2) 基礎地盤の支持力

評価基準値は、対象施設の基礎地盤（東茨城層群 I_S-S_1 、M1段丘堆積物 $Mu-S_2$ ）における平板載荷試験の最大荷重から設定し、原子炉建物及び原子炉附属建物で 2.94N/mm^2 、主冷却機建物で 2.69N/mm^2 とする。地震時における基礎底面の接地圧は、原子炉建物及び原子炉附属建物で最大 1.14N/mm^2 、主冷却機建物で最大 0.62N/mm^2 であり、評価基準値を下回ることから、基礎地盤は十分な支持性能を有している。

(3) 基礎底面の傾斜

基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜を第3.6.3表に示す。基礎底面の最大傾斜は、原子炉建物及び原子炉附属建物で1/2,370、主冷却機建物で1/7,600であり、評価の目安である1/2,000を下回ることから、施設の安全機能に支障を与えるものではない。

3.6.2 液状化に対する安全性

「建築基礎構造設計指針」⁽¹²²⁾によると、液状化判定を行う必要がある土層は地表面から20m程度以浅の飽和土層で、土の種類は「沖積層で、細粒分含有率が35%以下の土層」、「粘土分含有率が10%以下又は塑性指数が15%以下の埋立地盤あるいは盛土地盤」又は「細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫」とされている。

対象施設基礎地盤における飽和土層は地表面から32m以深に存在する。原子炉建物及び原子炉附属建物の支持地盤は地表面から31.8mに位置する第四系更新統であり、主冷却機建物の支持地盤は地表面から20mに位置する不飽和土層（第四系更新統）である。いずれも液状化判定の対象土層に該当しないため、対象施設の支持地盤に液状化のおそれはなく、施設の安全機能に支障を与えるものではない。

3.6.3 地震発生に伴う周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価

3.6.3.1 周辺地盤の変状による施設への影響評価

原子炉建物及び原子炉附属建物は、十分な支持性能を有する地盤に支持されている。主冷却機建物は、改良地盤により基礎地盤のすべりを防止し、また、十分な支持性能を有する地盤に支持されている。以上のことから、対象施設が周辺地盤の不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等による影響を受けるおそれはない。

3.6.3.2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

敷地には将来活動する可能性のある断層等は認められないことから、地震活動に伴い生じる地殻変動による基礎地盤の変形は小さいと考えられるが、「5.地震」における地震動評価を踏まえ、敷地周辺に想定される断層のうち、すべり量が大きく、かつ、すべり域が敷地に近い「2011年東北地方太平洋沖型地震」の強震動生成域（SMGA）位置の不確かさを考慮したモデルを用いて地殻変動による基礎底面の傾斜を算出し、施設への影響評価を行った。

地殻変動による基礎底面の傾斜については、食い違い弾性論（Okada（1992）⁽¹²³⁾）に基づく評価手法によって得られる地殻変動量より算出した。

地殻変動による基礎底面の最大傾斜は1/17,000であり、さらに基準地震動による基礎底面の傾斜との重畳を考慮した場合の最大傾斜は、原子炉建物及び原子炉附属建物で1/2,080、主冷却機建物で1/5,200であり、評価基準値の目安である1/2,000を下回ることから、施設の安全機能に支障を与えるものではない。

3.6.4 周辺斜面の安定性評価

第3.5.13図の鉛直地質断面図に示すとおり、対象施設の周辺に評価対象とすべき斜面は存在せず、周辺斜面の影響はないことを確認した。

3.7 地質調査に関する実証性

3.7.1 地質調査・試験の実施会社の選定

敷地周辺、敷地近傍及び敷地内の地質調査・試験工事の実施会社は、事前に会社経歴書、技術者名簿、工事实績等検討して選定した。調査を実施した主な地質調査会社を第

3.7.1表に示す。

3.7.2 地質調査の計画

地質調査に当たっては、既施設の経緯を踏まえ、地域特性を考慮して、調査計画を策定した。

3.7.3 地質調査実施に当たっての管理体制

3.7.3.1 実施会社の作業管理体制

実施会社の作業管理体制としては、地質調査の実施に当り、主任技術者、現場代理人を置き、主任技術者は調査の総括的技術指導及び管理を、現場代理人は現場作業の総括・災害防止並びに、環境整備の管理を行った。なお、主任技術者及び現場代理人は調査着手前に各々の経歴書を当機構へ届出し、当機構はそれを審査し、適任者であることを確認して承認した。

3.7.3.2 当機構の作業管理体制

地質調査の実施に際し、当機構の管理体制としては、現場に担当者を置き、地質調査の作業管理に当たった。作業管理に当たっては、管理担当者が適宜現場作業のパトロールを行い施工管理と安全管理を務めるとともに、担当者が現場作業の確認を行い地質調査の資料の信頼性の確保に努めた。

3.7.4 作業管理及び指導

調査会社の選定においては、調査会社は、調査の目的に応じ、その経歴、技術内容等を配慮して選定した。また、調査会社の指導として、調査会社の調査実施体制及び調査方法については、業務委託仕様書によって指示するとともに、作業関係者に対しては、調査会社の責任者によりその周知徹底を図らせた。さらに、調査関係資料の取扱い、調査会社の調査関係資料の提出、保管等については、取扱いを厳正にするよう留意させた。

3.7.5 地質調査結果の評価・取りまとめ

地質調査終了後、諸資料については社外の学識経験者、研究機関等の助言を得て検討し、十分な評価を経て取りまとめを行った。

3.8 改良地盤の品質確認

基礎地盤の安定性評価に用いる改良地盤については、施工において改良地盤の品質確認を以下のとおり実施する。

主冷却機建物のすべり安全率の評価において改良地盤の範囲及び強度を設定し、基礎地盤の安定性評価を実施していることから、改良地盤の品質管理では、改良地盤の範囲及び強度が基準値を満足することを確認する。改良地盤の範囲を第3.6.3図(4)に、改良地盤の確認項目及び基準値を第3.8.1表に示す。

地盤改良の工法は、深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）とし、品質確認準拠基準は高圧

噴射攪拌工法の品質管理に係る詳細な記載がされている「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」(2018)⁽¹²⁴⁾を適用する。なお、その他の基準^{(125)~(128)}についても適宜参考とする。

品質確認試験の頻度は、各基準の目安を満足するように設定する。改良地盤の試験頻度を第3.8.2表に示す。

3.9 参考文献

- (1) 坂本亨, 田中啓策, 曾屋龍典, 野間泰二, 松野久也. 那珂湊地域の地質 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 地質調査所, 1972.
- (2) 坂本亨. 磯浜地域の地質 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 地質調査所, 1975.
- (3) 坂本亨, 相原輝雄, 野間泰二. 石岡地域の地質 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 地質調査所, 1981.
- (4) 地質調査所. 日本炭田図I 常磐炭田地質図説明書(5万分の1). 1957.
- (5) 佐藤戈止. 7万5千分の1地質図幅「鉾田」及び説明書. 地質調査所, 1926.
- (6) 佐藤戈止. 7万5千分の1地質図幅「筑波」及び説明書. 地質調査所, 1927.
- (7) 木下亀城. 7万5千分の1地質図幅「助川」及び説明書. 地質調査所, 1935.
- (8) 吉岡敏和, 滝沢文教, 高橋雅紀, 宮崎一博, 坂野靖行, 柳沢幸夫, 高橋浩, 久保和也, 関陽児, 駒澤正夫, 広島俊男. 20万分の1地質図幅「水戸」(第2版). 地質調査所, 2001.
- (9) 久保和也, 柳沢幸夫, 山元孝広, 中江訓, 高橋浩, 利光誠一, 坂野靖行, 宮地良典, 高橋雅紀, 駒澤正夫, 大野哲二. 20万分の1地質図幅「白河」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2007.
- (10) 地質調査総合センター. 活断層データベース. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2016.10.4, <https://gbank.gsj.jp/activefault/index_cyber.html>.
- (11) 地質調査総合センター. 20万分の1日本シームレス地質図データベース. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2015-5-29, <<https://gbank.gsj.jp/seamless/>>.
- (12) 地質調査総合センター. 100万分の1日本地質図第3版(CD-ROM第2版), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2003.
- (13) 経済企画庁. 土地分類図「茨城県」(20万分の1). 1973.
- (14) 茨城県. 土地分類基本調査「水戸」(5万分の1). 2003.
- (15) 茨城県. 土地分類基本調査「石岡」(5万分の1). 1980.
- (16) 茨城県. 土地分類基本調査「磯浜・鉾田」(5万分の1). 1989.
- (17) 茨城県. 土地分類基本調査「那珂湊」(5万分の1). 1990.
- (18) 茨城県. 土地分類基本調査「高萩・大津」(5万分の1). 1995.
- (19) 茨城県. 土地分類基本調査「日立」(5万分の1). 1995.
- (20) 茨城県. 土地分類基本調査「大子・喜連川」(5万分の1). 2002.
- (21) 茨城県. 土地分類基本調査「常陸大宮・烏山」(5万分の1). 2002.
- (22) 小池一之. 茨城県東海村付近の地形発達. 第四紀研究. vol.1, 1960, pp.274-279.

- (23) 活断層研究会編. 日本の活断層-分布図と資料. 東京大学出版会, 1980.
- (24) 活断層研究会編. [新編] 日本の活断層-分布図と資料. 東京大学出版会, 1991.
- (25) 地質調査所. 50 万分の 1 活構造図「東京」(第二版). 1997.
- (26) 地質調査所. 50 万分の 1 活構造図「新潟」. 1984.
- (27) 地質調査所編. 日本地質アトラス(第 2 版). 1992.
- (28) 小池一之, 町田洋編. 日本の海成段丘アトラス. 東京大学出版会, 2001.
- (29) 今泉俊文, 宮内崇裕, 堤浩之, 中田高編. 活断層詳細デジタルマップ[新編]. 東京大学出版会, 2018.
- (30) 地震調査委員会. 関東地域の活断層の長期評価(第一版). 地震調査推進本部, 2015.
- (31) 海上保安庁. 海底地質構造図「鹿島灘」(20 万分の 1). 1980.
- (32) 海上保安庁. 海底地質構造図「塩屋埼沖」(20 万分の 1). 1981.
- (33) 本座栄一, 玉木賢策, 村上文敏. 海洋地質図「日本海溝・千島海溝南部及びその周辺広域海底地質図」(100 万分の 1). 地質調査所, 1978.
- (34) 奥田義久. 海洋地質図「鹿島灘海底地質図」(20 万分の 1). 地質調査所, 1986.
- (35) 棚橋学, 石原丈実, 駒澤正夫. 海洋地質図「塩屋埼沖海底地質図」(20 万分の 1). 地質調査所, 2001.
- (36) 第二港湾建設局横浜調査設計事務所・茨城県. 首都圏流通港湾自然条件調査報告書. 1972.
- (37) 加賀美英雄, 奈須紀幸. 古久慈川-後氷期海面上昇による埋積谷-. 日高教授還暦記念海洋学論文集. 1964, pp. 538-549.
- (38) 徳山英一, 本座栄一, 木村政昭, 倉本真一, 芦寿一郎, 岡村行信, 荒戸裕之, 伊藤康人, 徐 垣, 日野亮太, 野原 壯, 阿部寛信, 坂井眞一, 向山建二郎. 日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史. 海洋調査技術. vol. 13, 2001, pp. 27-53.
- (39) 米谷盛寿郎, 井上洋子, 秋葉文雄. 6. 鹿島灘. 日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料「続編」土隆一編. 1981, pp. 13-17.
- (40) 高柳洋吉. 第四紀海洋古環境-鹿島沖 SK-1 の研究-. 地学雑誌. vol. 93, 1984, pp. 436-441.
- (41) 亀尾浩司, 佐藤時幸. 石灰質ナンノ化石層序の最近の知見とその応用-とくに常磐海域坑井の新第三系・第四系層序について-. 石油技術協会誌. Vol. 64, 1999, pp. 16-27.
- (42) 地質調査総合センター編. 日本重力データベース DVD 版. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2013.
- (43) 中塚正, 大熊茂雄. 日本空中磁気 DB による対地 1,500m 平滑面での磁気異常分布データの編集. 地質調査総合センター研究資料集. no. 516, 2009.
- (44) 指田勝男, 堀常東. 八溝山地の中生界とユニット区分. 地質学論集. No. 55, 2000, pp. 99-106.
- (45) 田切美智雄, 森本麻希, 望月涼子, 横須賀歩, Daniel J. DUNKLEY, 足立達朗. 日立変成岩類-カンブリア紀の SHRIMP ジルコン年代をもつ変成花崗岩質岩類の産状とその地質について-, 地学雑誌, Vol. 119, 2010, pp. 245-256.
- (46) Michio TAGIRI, Daniel J. DUNKLEY, Tatsuro ADACHI, Yoshikuni HIROI and C. Mark

- FANNING. SHRIMP dating of magmatism in the Hitachi metamorphic terrane, Abukuma Belt, Japan: Evidence for a Cambrian volcanic arc. *Island Arc*. Vol.20, 2011, pp.259-279.
- (47) 植田良夫, 山岡一雄, 大貫仁, 田切美智雄. 本邦変成岩の K-Ar dating (2) --南部阿武隈山地, 日立変成岩類--, 岩石鉱物鉱床学会誌, Vol.61, 1969, pp.92-99.
- (48) 金光玄樹, 下條将徳, 平田岳史, 横山隆臣, 大藤茂. 東北日本、日立地域からの新たな碎屑性ジルコン年代とその意義. *地学雑誌*. Vol.120, 2011, pp.889-909.
- (49) 斎木健一, 宮橋裕司, 千葉県立中央博物館友の会化石部会. 大洗層の大型植物化石による地質年代推定. *日本地質学会第112年学術大会講演要旨*. 2005, pp.282-282.
- (50) 小野晃. 大洗層の変成岩礫と花崗岩礫の供給源について. *地質学雑誌*. Vol.106, 2000, pp.347-352.
- (51) 須藤斎, 柳沢幸夫, 小笠原憲四郎. 常磐地域及びその周辺の第三系の地質と年代層序. *地質調査研究報告*. Vol.56, 2005, pp.375-409.
- (52) 木村勝弘. 油田地域における基盤の地史的な構造変化の研究. *石油公団石油開発技術センター年報 昭和62年度*. 1988, pp.14-16.
- (53) 大槻憲四郎. 棚倉破碎帯の地質構造. *東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告*. vol.76, 1975, pp.1-71.
- (54) 天野一男, 松原典孝, 及川敦美, 滝本春南, 細井淳. 棚倉断層の新第三紀テクトニクスと火山活動・堆積作用. *日本地質学会第118年学術大会見学旅行案内書*, 2011, pp.69-87.
- (55) 天野一男. 棚倉断層に沿って発達する横ずれ堆積盆. *構造地質*. No.36, 1991, pp.77-82.
- (56) 国府田良樹, 柳沢幸夫, 長谷川善和, 大塚裕之, 相沢正夫. 茨城県桂村で発見された中期中新世 stegolophodon 属 (長鼻類) の下顎骨化石. *地球科学*. Vol.57, 2003, pp.49-59.
- (57) 天野一男, 橋本純, 松原典孝. 棚倉破碎帯周辺の新第三系層序の再検討—男体山火山角礫岩類の K-Ar 年代—, *日本地質学会第111年学術大会講演要旨*, 2004, pp.66-66.
- (58) 柳沢幸夫, 田中裕一郎, 高橋雅紀, 岡田利典, 須藤斎. 常磐地域日立市に分布する中新統多賀層群の複合年代層序. *地球科学*, Vol.58, 2004, pp.91-104.
- (59) 柳沢幸夫, 中村光一, 鈴木祐一郎, 沢村孝之助, 吉田史郎, 田中裕一郎, 本田裕, 棚橋学. 常磐炭田北部双葉地域に分布する第三系の生層序と地下地質. *地質調査所月報*. vol.40, 1989, pp.405-467.
- (60) 岩野英樹, 檀原徹, 吉岡哲. 金砂郷古生物群フィッシュン, トラック年代測定結果. *ミュージアムパーク茨城県自然博物館モノグラフ—茨城県新第三紀金砂郷古生物群—*. No.1, 2004, pp.195-209.
- (61) 坂本亨, 宇野沢昭. 茨城県瓜連丘陵の第四系と久慈川・那珂川の河谷発達史. *地質調査所月報*. vol.27, 1976, pp.655-664.
- (62) 坂本亨, 宇野沢昭. 茨城県中部, 友部丘陵の第四系. *地質調査所月報*. vol.30, 1979, pp.269-283.

- (63) 大井信三, 横山芳春. 常陸台地の第四系下総層群の層序と堆積システムの時空変化. 日本地質学会第 118 年学術大会見学旅行案内書, 2011, pp. 103-120.
- (64) 山元孝広. 東茨城台地に分布する更新統の新層序と MIS5-7 海面変化との関係--地下地質とテフラ対比による茨城層, 見和層, 夏海層, 笠神層の再定義--, 地質調査研究報告, Vol. 64, 2013, pp. 225-249.
- (65) 小池一之, 岩崎孝明, 壇原徹, 百瀬貢. 下野火山灰下部層のフィッシュン・トラック年代とその地史的意義. 駒澤地理. vol. 21, 1985, pp. 39-67.
- (66) 貝塚爽平, 小池一之, 遠藤邦彦, 山崎晴雄, 鈴木毅彦編. 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原. 東京大学出版会, 2000.
- (67) 大井信三, 横山芳春, 西連地信男, 安藤寿男. 常陸台地における下総層群木下層のテフラ層序と広域対比. 地質学雑誌, Vol. 119, 2013, pp. 488-505.
- (68) 貝塚爽平, 松田磐余編. 首都圏の活構造・地形区分と関東地震の被害分布図 解説書. 内外地図株式会社, 1982.
- (69) 鈴木毅彦. 常磐海岸南部における更新世後期の段丘と埋没谷の形成. 地理学評論. vol. 62 (Ser. A-7), 1989, pp. 475-494.
- (70) 鈴木毅彦. テフロクロノロジーからみた赤城火山最近 20 万年間の噴火史. 地学雑誌. 99-2, 1990, pp. 182-197.
- (71) 町田洋, 新井房夫. 新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 2003 (第 2 刷).
- (72) 町田洋, 鈴木正男. 火山灰の絶対年代と第四紀後期の編年--フィッシュン・トラック法による試み--, 科学, Vol. 41, 1971, pp. 263-270.
- (73) 町田洋. 火山灰は語る. 蒼樹書房, 1977.
- (74) 松本哲一, 高橋浩, 星住英夫. 日本列島における年代未詳岩石の K-Ar 年代測定--地質図幅作成地域の火成岩 (平成 24 年度版) --. 地質調査研究報告, Vol. 65, 2014, pp. 11-16.
- (75) 柴田賢, 蜂須紀夫, 内海茂. 八溝山地の花崗岩類の K-Ar 年代. 地質調査所月報. vol. 24, 1973, pp. 513-518.
- (76) 河野義礼, 植田良夫. 本邦産火成岩の K-Ar dating (IV) -東北日本の花崗岩類-. 岩石鉱物鉱床学会誌. vol. 56, 1966, pp. 41-55.
- (77) 柴正敏, 植田良夫, 大貫仁. 茨城県筑波地方, 変成岩類の K-Ar 年令. 岩石鉱物鉱床学会誌. vol. 74, 1979, pp. 122-125.
- (78) 長谷川功. 地震探査から見た関東平野の基盤構造. 地質学論集. vol. 31, 1988, pp. 41-56.
- (79) 気象庁. 地震月報 (カタログ編). 2017-05-31 時点. ほか
- (80) 社団法人土木学会原子力土木委員会. 原子力発電所の立地多様化技術-断層活動性評価技術- (C 級活断層の分類と電子スピン共鳴法による断層年代測定). 1999.
- (81) 井上大榮, 宮腰勝義, 上田圭一, 宮脇明子, 松浦一樹. 2000 年鳥取県西部地震震源域の活断層調査. 地震第 2 輯. vol. 54, 2002, pp. 557-573.
- (82) 桑原徹. 中新世における棚倉破碎帯の左横ずれ断層活動. 地質学雑誌. vol. 87, 1981,

- pp. 475-487.
- (83) 鈴木隆介. 建設技術者のための地形図読図入門 第4巻火山・変動地形応用読図. 古今書院, 2004.
- (84) 島本昌憲, 林広樹, 鈴木紀毅, 田中裕一郎, 斎藤常正. 福島県東部棚倉地域に分布する新第三系の層序と微化石年代. 地質学雑誌, Vol. 104, 1998, pp. 296-313.
- (85) 桑原徹. 東北日本弧南部外側地域の東西性～北西-南東性水平圧縮場を示す中新世横ずれ断層系-東北日本弧の中新世断層系とテクトニック応力場-. 構造地質研究会誌. No. 27, 1982, pp. 33-54.
- (86) 東京都防災会議. 東京直下地震に関する調査研究(その4)-活断層及び地震活動状況等に関する考察-. 1977.
- (87) 今泉俊文, 越後智雄, 後藤秀昭, 澤祥, 宮内崇裕, 八木浩司. 都市圏活断層図「塩原」(2万5千分の1). 国土地理院, D・1-No. 449, 2005.
- (88) 早川唯弘. 箒川上流域における河岸段丘の発達と関谷断層の活動. 活断層研究. No. 1, 1985, pp. 41-53.
- (89) 岩生周一, 今井巧. 塩原図幅地質説明書. 地震調査所, 1955.
- (90) 加藤祐三. 那須火山の岩石学的研究. 岩石鉱物鉱床学会誌. Vol. 51, No. 6, 1964, pp. 233-243.
- (91) 財団法人日本自然保護協会編. 日光国立公園沼原揚水発電計画に関する調査報告書. 日本自然保護協会調査報告. 第38号, 1971.
- (92) 宮下由香里, 杉山雄一, 山元孝広, 丸山直樹, 大石朗. 栃木県関谷断層の活動履歴調査(1)-黒磯市百村における補足調査-. 活断層・古地震研究報告. No. 2, 2002a, pp. 1-11.
- (93) 宮下由香里, 下川浩一, 寒川旭, 杉山雄一, 丸山直樹, 大石朗, 斉藤勝. 栃木県関谷断層の活動履歴調査(2)-塩原町関谷におけるトレンチ調査結果-. 活断層・古地震研究報告. No. 2, 2002b, pp. 13-23.
- (94) 熊原康博, 石村大輔, 石山達也, 岡田篤正, 宮内崇裕. 都市圏活断層図「高崎」(2万5千分の1). 国土地理院, D1-No. 641, 2013.
- (95) 熊原康博. 1:25,000 都市圏活断層図関東平野北西縁断層帯とその周辺「高崎」解説書. 国土地理院技術資料, D1-No. 644, 2013.
- (96) 熊原康博, 後藤秀昭, 澤祥, 平川一臣, 宮内崇裕. 都市圏活断層図「鴻巣」, 国土地理院, D1-No. 743, 2016.
- (97) 熊原康博. 1:25,000 都市圏活断層図 綾瀬川断層とその周辺「鴻巣」解説書. 国土地理院技術資料, D1-No. 753, 2016.
- (98) 澤祥, 渡辺満久, 八木浩司. 都市圏活断層図「深谷」(2万5千分の1). 国土地理院, D・1-No. 333, 1996a.
- (99) 澤祥, 渡辺満久, 八木浩司. 都市圏活断層図「熊谷」(2万5千分の1). 国土地理院, D・1-No. 333, 1996b.
- (100) 澤祥, 渡辺満久, 八木浩司. 都市圏活断層図「大宮」(2万5千分の1). 国土地理院, D・1-No. 333, 1996c.

- (101) 納谷友規, 安原正也. 鴻巣地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査総合センター, 2014.
- (102) 後藤秀昭, 中田高, 今泉俊文, 池田安隆, 越後智雄, 澤祥. 都市圏活断層図「本庄・藤岡」(2 万 5 千分の 1). 国土地理院, D・1-No. 449, 2005.
- (103) 渡辺満久. 綾瀬川断層の地形学的認定とその活動性, 地学雑誌, Vol.116, 2007, pp. 387-393.
- (104) 群馬県. 平成 8 年度地震関係基礎調査交付金 平井・櫛挽断層帯に関する調査 成果報告書. 1997.
- (105) 埼玉県. 平成 10 年度地震関係基礎調査交付金 関東平野北西縁断層帯(深谷断層)に関する調査 成果報告書. 1999.
- (106) 埼玉県. 平成 11 年度地震関係基礎調査交付金 関東平野北西縁断層帯(深谷断層)に関する調査 成果報告書. 2000.
- (107) 杉山雄一, 水野清秀, 須貝俊彦, 伏島祐一郎, 遠藤秀典, 宮下由香里, 山崎晴雄, 山口和雄, 伊藤久男. 群馬県下における深谷断層系の反射法地震探査. 地質調査所速報. No. EQ/00/2, 2000.
- (108) 石山達也, 水野清秀, 杉山雄一, 須貝俊彦, 中里裕臣, 八戸昭一, 末廣匡基, 細矢卓志. 変動地形・ボーリング・反射法地震探査により明らかになった綾瀬川断層北部の撓曲変形. 産業技術総合研究所, 活断層・古地震研究報告. No. 5, 2005, pp. 29-37.
- (109) 山口和雄, 加野直巳, 住田達哉, 大滝壽樹, 牧野雅彦, 横倉隆伸. 綾瀬川断層から加須低地に至る浅部地下構造, 活断層・古地震研究報告, no. 7, 2007, pp. 81-90.
- (110) 納谷友規, 石原武志, 植木岳雪, 本郷美佐緒, 松島(大上)紘子, 八戸昭一, 吉見雅行, 水野清秀. 関東平野中央部の第四系地下地質. 地質調査総合センター特殊地質図 関東平野中央部の地下地質情報とその応用(CD-ROM), No. 40, 2014, pp. 178-203.
- (111) 中澤努, 遠藤秀典. 大宮地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2002.
- (112) 埼玉県. 平成 7 年度地震関係基礎調査交付金 綾瀬川断層に関する調査 成果報告書. 1996.
- (113) 埼玉県環境科学国際センター. 埼玉県地質地盤資料集(ボーリング柱状図集, 深層 S 波速度構造データ集). 2007, p. 716.
- (114) 林広樹, 笠原敬司, 木村尚紀, 川中卓, 太田陽一. 茨城県大洋村におけるバイプロサイス反射法探査-棚倉構造線南方延長に関連して-, 地震 第 2 輯, Vol.58, 2005, pp. 29-40.
- (115) Shinji Toda and Hiroyuki Tsutsumi. Simultaneous Reactivation of Two, Subparallel, Inland Normal Faults during the Mw 6.6 11 April 2011 Iwaki Earthquake Triggered by the Mw 9.0 Tohoku-oki, Japan. Earthquake Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.103, 2013, pp.1584-1602.
- (116) 栗田泰夫, 丸山正, 吾妻崇, 斎藤英二, 楳原京子, 杉山雄一, 吉岡敏和, 谷口薫, 安藤亮輔, 吉見雅行, 林田拓己, 斎藤勝. 2011 年福島県浜通りの地震で塩ノ平断層・湯ノ岳断層に沿って出現した地震断層の特性. シンポジウム「2011 年東北地方太平洋沖地震に

- 伴う内陸活断層の挙動と地震活動・地殻変動」及び日本活断層学会 2011 年度秋季学術大会, 2011.
- (117) 丸山正, 吉見雅行, 齋藤英二, 齋藤勝. 変動地形・古地震学的検討に基づく 2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震に関連する断層の活動性, 地質調査総合センター速報 巨大地震による複合的地質災害に関する調査・研究報告書, 2014.
- (118) 石山達也, 杉戸信彦, 越後智雄, 佐藤比呂志. 研究報告: 2011 年東北地方太平洋沖地震 第 4 回 内陸への影響、強震動—2011 年 4 月 11 日の福島県浜通りの地震に伴う地表地震断層のトレンチ掘削調査 (速報) —, 日本地震学会ニュースレター, Vol. 23, 2012, pp. 36-38.
- (119) 黒澤英樹, 楮原京子, 三輪敦志, 佐藤ふみ, 今泉俊文, 宮内崇裕, 橋本修一, 中島秀敏, 白澤道生, 内田淳一. 2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震に伴う地表地震断層—いわき市田人町塩ノ平における露頭観察とボーリング調査 (速報) —, 活断層研究, 2012, pp. 23-30.
- (120) 堤浩之, 遠田晋次. 2011 年 4 月 11 日に発生した福島県浜通りの地震の地震断層と活動履歴, 地質学雑誌, Vol. 118, 2012, pp. 559-570.
- (121) 丹羽雄一, 遠田晋次, 小俣雅志, 森良樹. 井戸沢断層の 2011 年福島県浜通りの地震に先行する断層活動—福島県いわき市塩ノ平地区におけるボーリング調査—, 活断層研究, 2013, pp. 1-8.
- (122) 社団法人日本建築学会. 建築基礎構造設計指針. 2001.
- (123) Yoshimitsu Okada. Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 82-2, 1992, pp. 1018-1040.
- (124) 一般財団法人日本建築センター. 2018 年度版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針—セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法—. 2018.
- (125) 社団法人日本建築学会. 建築基礎設計のための地盤改良設計指針案. 2006.
- (126) 社団法人日本電気協会. 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程. 2009.
- (127) 財団法人土木研究センター. 陸上工事における深層混合処理工法 設計施工マニュアル改訂版. 2004.
- (128) 一般財団法人沿岸技術研究センター. 港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル. 2014.

第 3.2.1 表 敷地周辺陸域の地質層序表

年代層序区分			八溝山地		久慈山地		多賀山地		那珂台地周辺部					
			地層名	深成岩類	地層名	深成岩類	地層名	深成岩類	地層名					
新生界	第四系	完新統	沖積層		沖積層		沖積層		沖積層	砂丘砂層				
		更新統	上部		段丘堆積物		段丘堆積物		段丘堆積物	段丘堆積物				
			中部		東茨城層群		東茨城層群		東茨城層群	東茨城層群				
	下部													
	新第三系	鮮新統			久米層		久米層		久米層	久米層				
		中新統	上部		金砂郷層群		多賀層群		東金砂山層	多賀層群		多賀層群	金砂郷層群	
			中部				金砂郷層群		金砂郷層群	金砂郷層群				
			下部											
		古第三系	漸新統								白水層群			
			始新統											
	暁新統													
	中生界	白亜系	上部				八溝花崗岩類			阿武隈花崗岩類		阿武隈花崗岩類		
下部														
ジュラ系		八溝層群				竹貫変成岩類								
三疊系														
ペルム系														
石炭系				日立古生層 (日立変成岩類)										
古生界	デボン系～ オルドビス系													
	カンブリア系				日立古生層 (日立変成岩類)	花崗岩								

~~~~~ 不整合  
 ——— 貫入  
 ..... 関係不明  
 - - - - 下限不明  
 | | | | 地層欠如

第 3.2.2 表 変動地形判読基準

| 類 分            | 山地・丘陵                                                                                                                             |                                                                                                                                                          | 段丘面・扇状地等の平坦面上                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | 崖・鞍部等                                                                                                                             | 尾根・水系の屈曲                                                                                                                                                 | 段丘面・溝状凹地                                                                                                                                                                                                 | 撓み・傾斜面                                                                                                                              |
| L <sub>A</sub> | 新鮮な崖、鞍部等の連続の良い配列から成り、連続区間が長く、両側の地形形態が類似し、一様な高度差が認められ、かつ、延長上の段丘面に同方向の崖が認められるもの。                                                    | 尾根・水系が長い区間で同方向に屈曲し、かつ、<br>(1) 屈曲は鮮明であり、河川の規模と屈曲量との相関が認められるもの。<br>あるいは、<br>(2) 閉塞丘、風隙等の特異な地形のいずれかが認められるもの。                                                | 崖、溝状凹地等の連続の良い配列から成り、方向が水系の側刻方向と異なり、延長が長く、かつ、<br>(1) 時代の異なる複数の段丘面に連続し、古い段丘面ほど比高が大きいもの。<br>あるいは、<br>(2) 崖面が山地、丘陵側に向き段丘面の傾斜方向とは逆向きを示すもの。<br>あるいは、<br>(3) 山地、丘陵内の明瞭な崖、鞍部等に連続するもの。                            | (1) 撓み状の形態が鮮明であり、その量が大きいもの。<br>(2) 平坦面の傾斜角が大きいもの。<br><br>上記(1)(2)のうち、量や傾斜角に累積性があり、かつ、延長が長いもの。                                       |
| L <sub>B</sub> | 崖、鞍部等の連続性の良い配列からなり、連続区間が長く、両側の地形形態が類似し、一様な高度差が認められ、かつ、<br>(1) 地形形態は鮮明であるもの。<br>あるいは、<br>(2) 地形形態はやや不鮮明であるが、延長上の段丘面に同方向の崖が認められるもの。 | 尾根・水系が同方向に屈曲し、屈曲は鮮明であり、かつ<br>(1) 連続区間は長い、河川の規模と屈曲量との相関、あるいは、閉塞丘、風隙等の特異な地形のいずれも認められないもの。<br>あるいは<br>(2) 連続区間は短い、河川の規模と屈曲量との相関、あるいは、閉塞丘、風隙等の特異な地形が認められるもの。 | 崖・溝状凹地等の連続の良い配列からなり、延長は短い方向が水系の側刻方向と異なるもの、あるいは、方向が水系の側刻方向であるが延長が長いものうち、<br>(1) 時代の異なる複数の段丘面に連続し、古い段丘面ほど比高が大きいもの。<br>あるいは、<br>(2) 崖面が山地、丘陵側に向き段丘面の傾斜方向とは逆向きを示すもの。<br>あるいは、<br>(3) 山地・丘陵内の明瞭な崖、鞍部等に連続するもの。 | 上記(1)(2)のうち、延長は短い、量や傾斜角に累積性があり、段丘面の傾斜方向とは逆向きであるもの、あるいは、累積性は認められないが、延長が長いもの。<br>撓み状の形態が鮮明であり、その量が小さいが、延長が長く、傾斜方向が段丘面の傾斜方向とは逆向きであるもの。 |
| L <sub>C</sub> | 崖・鞍部等の配列からなり、<br>(1) 両側で一様な高度差があるが、地形形態は一部で不鮮明、不連続なもの。<br>あるいは、<br>(2) 連続が断続的あるいは地形形態が不鮮明であり、両側の高度差が一様ではないが、延長上の段丘面に崖が認められるもの。    | 尾根・水系が同方向に屈曲し、かつ、<br>(1) 連続区間は長い、屈曲は不鮮明であり、屈曲量も小さく、河川の規模と屈曲量との相関が認められないもの。<br>あるいは<br>(2) 一部に、河川の規模と屈曲量との相関が認められるが、流域に同方向の蛇行が多く見受けられるもの。                 | 崖・溝状凹地等の配列からなり、かつ、<br>(1) 方向が水系の側刻方向とやや異なり、時代の異なる複数の段丘面に連続するが、延長が短いもの。<br>あるいは<br>(2) 方向が水系の側刻方向であるが、延長が長いもの。<br>あるいは、<br>(3) 延長上の山地・丘陵内に断続的あるいは不鮮明な崖・鞍部等が認められるが、延長が短いもの。                                | 撓み状の形態が鮮明なものうち、上記以外のもの。<br>撓み状の形態が不鮮明であり、平坦面の傾斜角も小さいが、延長が長いもの、あるいは、延長が短い段丘面の傾斜方向とは逆向きであるもの。                                         |
| L <sub>D</sub> | 崖、鞍部等の配列からなるが、連続性が断続的、あるいは地形形態が不鮮明であり、両側の高度差が一様ではないもの。                                                                            | 尾根・水系が同方向に屈曲しているが、<br>(1) 連続区間が短く、屈曲が不鮮明であり、屈曲量が小さいもの。<br>あるいは、<br>(2) 屈曲量と連続区間が不調和であるもの。                                                                | 崖・溝状凹地等の配列からなるが、延長が短いもの。                                                                                                                                                                                 | 撓み状の形態が不鮮明なもの及び平坦面の傾斜角が小さいものうち、上記以外のもの。<br>撓み状の形態、傾斜角のその角度が、段丘崖あるいは砂丘などの堆積面との区別が困難であるものの比較的連続するもの。                                  |

(社) 土木学会原子力土木委員会(1999)、井上他(2002)等を参考に作成

第 3.2.3 表 敷地前面海域の地層区分

| 地層名 |                  | 記録パターンの特徴                                                                      | 地層境界                                                                                         | 推定される地質                | 分布範囲                                                                          |
|-----|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| A 層 |                  | ほぼ水平な平行層理パターンを示す。久慈川沖及び那珂川沖では、上部に平行層理パターン、下部に散乱パターンがみられる。                      | 下位層と顕著な不整合関係で凹凸を埋めるように覆う。                                                                    | 未固結のシルト，砂，礫。           | 大陸棚上の水深約60m～130m付近にかけて、南北方向の帯状に分布する。北部～中部の沿岸部では旧河谷を埋めるように、南部の沿岸部では海岸線付近に分布する。 |
| B層  | B <sub>1</sub> 層 | 沖合に向かって傾斜するプログラデーションパターンを示す。                                                   | 下位層を不整合関係で覆う。                                                                                | 未固結～半固結のシルト，砂及びそれらの互層。 | 沿岸部では分布を欠き、北部では沖合約30km以遠に、南部では約5km以遠に分布する。                                    |
|     | B <sub>2</sub> 層 | 沖合に向かって傾斜するプログラデーションパターンを示す。                                                   | 下位層を不整合関係で覆う。                                                                                | 半固結のシルト，砂及びそれらの互層。     | 北部では沖合約20km以遠に分布し、南部では海岸線付近から沖合まで分布する。                                        |
|     | B <sub>3</sub> 層 | 上部は沖合に向かって傾斜するプログラデーションパターンを示す。下部は緩傾斜の平行層理パターンを示す。本層上面の一部には崩落によると考えられる削剥がみられる。 | 下位層を不整合関係で覆う。                                                                                | 半固結のシルト，砂及びそれらの互層。     | 中部では海岸線付近から沖合まで分布するが、南部及び北部の沿岸部では分布を欠くようになり、沖合約10km以遠に分布する。                   |
| C層  | C <sub>1</sub> 層 | 比較的連続性の良い平行層理パターンを示す。本層上面の一部には崩落によると考えられる削剥がみられる。                              | 沿岸部では下位層をオンラップ不整合関係で、沖合部では下位層を不整合関係で凹凸を埋めるようにそれぞれ覆う。                                         | 砂岩，泥岩及びそれらの互層。         | 北部の沿岸部及び那珂湊付近を除き広く分布する。                                                       |
|     | C <sub>2</sub> 層 | 全般に平行層理パターンを示すが、C <sub>1</sub> 層に比べ層理間隔がやや粗い。                                  | 沿岸部では下位層をオンラップ不整合関係で、沖合部では下位層を軽微な不整合関係でそれぞれ覆う。                                               | 砂岩，泥岩及びそれらの互層。         | 北部の沿岸部及び常陸那珂港付近から最南部の沖合約25kmまでを除き分布する。                                        |
| D層  | D <sub>1</sub> 層 | 全般に平行層理パターンを示す。                                                                | 沿岸部では下位層を不整合関係で凹凸を埋めるように、沖合部では下位層を軽微な不整合関係でそれぞれ覆う。なお、南部の沿岸部では上面が侵食を受け、上位層と傾斜不整合関係で接するところがある。 | 砂岩，泥岩及びそれらの互層。         | 沿岸部では北部のごく一部及び那珂湊付近を除き分布し、沖合では広く分布する。                                         |
|     | D <sub>2</sub> 層 | 全般に平行層理パターンを示す。                                                                | 下位層を不整合関係で覆う。                                                                                | 砂岩，泥岩及びそれらの互層。         | 那珂湊付近の沿岸部を除き広く分布する。                                                           |
|     | D <sub>3</sub> 層 | 比較的連続性の良い傾斜した平行層理パターンを示す。                                                      | 下位層を不整合関係で覆う。なお、上面は顕著な侵食を受け、上位層と傾斜不整合関係で接する。                                                 | 堅固な砂岩，泥岩及びそれらの互層。      | 北部～中部にかけて広く分布するが、南部では分布を欠く。                                                   |
| E 層 |                  | 無層理状パターン又は断片的な層理状パターンを示す。                                                      |                                                                                              | 堅固な砂岩，泥岩，変成岩類，花崗岩類等。   | 調査海域の最下位層であり全域に分布し、大部分を上位層に覆われているが、ひたちなか市磯崎町及び大洗町付近では海底面に露出する。                |

(音響層序区分は、不整合等の地層境界を示す音響的反射面を追跡し、これに基づき区分された各層の分布状況を把握することによって行った。)

第 3. 2. 4 表 敷地周辺陸域と敷地前面海域との地層対比表

| 区 分  |       | 陸 域                               | 海 域            |                   |                     |   |
|------|-------|-----------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|---|
| 地質時代 |       | 申請者                               | 申請者            | 奥田(1986)<br>「鹿島灘」 | 棚橋他(2001)<br>「塩屋埼沖」 |   |
| 第四紀  | 完新世   | 沖積層                               | A              | R e               | (記載なし)              |   |
|      | 更新世   | 後期                                | 段丘堆積物          | B <sub>1</sub>    | Q <sub>5</sub>      | A |
|      |       |                                   |                |                   | Q <sub>4</sub>      |   |
|      |       | 中期                                | 東茨城層群          | B <sub>2</sub>    | Q <sub>3</sub>      | B |
|      |       |                                   |                | Q <sub>2</sub>    |                     |   |
|      | 前期    |                                   | B <sub>3</sub> | Q <sub>1</sub>    | C                   |   |
|      | 新第三紀  | 鮮新世                               | 久米層            | C <sub>1</sub>    | Q <sub>0</sub>      | D |
|      |       |                                   |                |                   |                     | E |
|      |       |                                   | 離山層            | C <sub>2</sub>    | P 1                 | F |
|      |       |                                   |                |                   |                     | G |
| 中新世  |       | 多賀層群                              | D <sub>1</sub> | M                 | H (Upper)           |   |
|      |       | 金砂郷層群等                            | D <sub>2</sub> |                   | H (Middle)          |   |
| 古第三紀 |       | 白水層群                              | D <sub>3</sub> | P g <sub>2</sub>  | H (Lower)           |   |
|      | 先古第三紀 | 大洗層<br>那珂湊層群<br>阿武隈花崗岩類<br>日立変成岩類 | E              | P g <sub>1</sub>  |                     |   |
| B    |       |                                   |                |                   |                     |   |

第 3.2.5 表 敷地前面海域の断層等一覧表

| 断層名                    | F11              | F12                                                             | F13              | F1a              | F1b-1            | F1b-2            | F1b-3            | F1c                                            | F1d                                      | F1e                                                    |
|------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 長さ                     | 4.6km*           | 18.0km*                                                         | 最大<br>2.4km      | 2.3km*           | 最大<br>3.1km      | 最大<br>3.2km      | 最大<br>2.4km      | 最大<br>18.7km                                   | 最大<br>6.1km                              | 最大<br>5.8km                                            |
| 相対的落下側                 | SW               | S                                                               | NNE              | WSW              | W                | WSW              | WSW              | W                                              | WNW                                      | E                                                      |
| 走向                     | NW-SE            | E-W                                                             | WNW-ESE          | NNW-SSE          | N-S              | NNW-SSE          | NNW-SSE          | N-S                                            | NNE-SSW                                  | N-S                                                    |
| 断層により変位又は変形の可能性がある最上位層 | D <sub>1</sub> 層 | C <sub>2</sub> 層下部                                              | D <sub>1</sub> 層 | D <sub>1</sub> 層 | D <sub>1</sub> 層 | D <sub>1</sub> 層 | D <sub>1</sub> 層 | 北 部：C <sub>2</sub> 層<br>中南部：B <sub>3</sub> 層下部 | C <sub>2</sub> 層                         | D <sub>1</sub> 層                                       |
| 断層により変位又は変形を受けていない地層   | A層               | A層、B <sub>3</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層、<br>C <sub>2</sub> 層上部 | A層               | A層               | なし               | なし               | なし               | 北 部：A層<br>中南部：B <sub>3</sub> 層上部               | A層、<br>B <sub>3</sub> 層、C <sub>1</sub> 層 | B <sub>3</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層、C <sub>2</sub> 層 |

| 断層名                    | F1f-1                     | F1f-2                     | F1g                       | F5a                       | F5b                       | A-4<br>(背斜)         | F14                                                             | F2                                         | F17                                                                                               | A-2a<br>(背斜)                             |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 長さ                     | 最大<br>8.3km               | 最大<br>5.8km               | 最大<br>6.0km               | 最大<br>9.0km               | 最大<br>5.1km               | 最大<br>12.5km        | 5.8km*                                                          | 最大<br>3.0km                                | 最大<br>10.4km                                                                                      | 最大<br>4.6km                              |
| 相対的落下側                 | 北部：W<br>南部：SW             | 北部：W<br>南部：SW             | E                         | SW                        | SW                        | ---                 | SSW                                                             | E                                          | WSW                                                                                               | ---                                      |
| 走向                     | 北部：N-S<br>南部：NW-SE        | 北部：N-S<br>南部：NW-SE        | N-S                       | NW-SE                     | NW-SE                     | NW-SE               | WNW-ESE                                                         | N-S                                        | NNW-SSE                                                                                           | N-S                                      |
| 断層により変位又は変形の可能性がある最上位層 | B <sub>3</sub> 層下部        | B <sub>3</sub> 層下部        | B <sub>3</sub> 層下部        | B <sub>2</sub> 層下部        | B <sub>2</sub> 層下部        | B <sub>3</sub> 層    | D <sub>1</sub> 層下部                                              | B <sub>3</sub> 層                           | D <sub>1</sub> 層下部                                                                                | C <sub>1</sub> 層                         |
| 断層により変位又は変形を受けていない地層   | A層、<br>B <sub>3</sub> 層上部 | A層、<br>B <sub>3</sub> 層上部 | A層、<br>B <sub>3</sub> 層上部 | A層、<br>B <sub>2</sub> 層上部 | A層、<br>B <sub>2</sub> 層上部 | A層、B <sub>2</sub> 層 | A層、<br>C <sub>1</sub> 層、C <sub>2</sub> 層、<br>D <sub>1</sub> 層上部 | D <sub>1</sub> 層下部、<br>D <sub>3</sub> 層、E層 | A層、B <sub>2</sub> 層、<br>B <sub>3</sub> 層、C <sub>1</sub> 層、<br>C <sub>2</sub> 層、D <sub>1</sub> 層上部 | A層、<br>B <sub>2</sub> 層、B <sub>3</sub> 層 |

| 断層名                    | A-2b<br>(背斜)                             | F16                                      | A-1<br>(背斜)                              | F8                                                                                                              | F18                                                                                                           | F9                                                       | F10                                     | F15                                     | F3                                                    | F4a                                     |
|------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 長さ                     | 最大<br>5.0km                              | 最大<br>25.8km                             | 最大<br>19.5km                             | 最大<br>25.9km                                                                                                    | 最大<br>4.0km                                                                                                   | 最大<br>5.9km                                              | 最大<br>13.3km                            | 12.1km以上                                | 最大<br>13.6km                                          | 最大<br>13.4km                            |
| 相対的落下側                 | ---                                      | 北部：WSW<br>南部：WNW                         | ---                                      | 北部：ENE<br>南部：ESE                                                                                                | E                                                                                                             | ENE                                                      | SE                                      | SE                                      | 北 部：NW<br>中南部：WNW                                     | WNW                                     |
| 走向                     | N-S                                      | 北部：NNW-SSE<br>南部：NNE-SSW                 | NNE-SSW                                  | 北部：NNW-SSE<br>南部：NNE-SSW                                                                                        | N-S                                                                                                           | NNW-SSE                                                  | NE-SW                                   | NE-SW                                   | 北 部：NE-SW<br>中南部：NNE-SSW                              | NNE-SSW                                 |
| 断層により変位又は変形の可能性がある最上位層 | B <sub>3</sub> 層                         | B <sub>3</sub> 層                         | B <sub>3</sub> 層                         | D <sub>1</sub> 層下部                                                                                              | D <sub>2</sub> 層                                                                                              | B <sub>3</sub> 層下部                                       | B <sub>2</sub> 層下部                      | B <sub>2</sub> 層下部                      | 北中部：B <sub>2</sub> 層<br>南部：D <sub>1</sub> 層           | C <sub>1</sub> 層下部                      |
| 断層により変位又は変形を受けていない地層   | A層、<br>B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層 | A層、<br>B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層 | A層、<br>B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層 | B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層、<br>B <sub>3</sub> 層、C <sub>1</sub> 層、<br>C <sub>2</sub> 層、D <sub>1</sub> 層上部 | B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層、<br>B <sub>3</sub> 層、C <sub>1</sub> 層、<br>C <sub>2</sub> 層、D <sub>1</sub> 層 | B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層、<br>B <sub>3</sub> 層上部 | B <sub>1</sub> 層、<br>B <sub>2</sub> 層上部 | B <sub>1</sub> 層、<br>B <sub>2</sub> 層上部 | 北中部：A層<br>南部：A層、<br>B <sub>2</sub> 層、C <sub>1</sub> 層 | B <sub>2</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層上部 |

| 断層名                    | F4b-1                                                                                           | F4b-2                                                         | F6                                       | F19                                                                     | F20                                                       | F21                                                             | F22                                                                           | F23                                                    | F24                                                    | F25                                                                           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 長さ                     | 最大<br>6.6km                                                                                     | 最大<br>7.3km                                                   | 最大<br>10.5km                             | 最大<br>7.5km                                                             | 最大<br>6.4km                                               | 最大<br>6.3km                                                     | 最大<br>12.7km                                                                  | 最大<br>7.8km                                            | 最大<br>7.5km                                            | 最大<br>4.6km                                                                   |
| 相対的落下側                 | WNW                                                                                             | ESE                                                           | WNW                                      | NW                                                                      | NW                                                        | WNW                                                             | 北部：W<br>南部：SW                                                                 | SW                                                     | SW                                                     | SW                                                                            |
| 走向                     | NNE-SSW                                                                                         | NNE-SSW                                                       | NNE-SSW                                  | NE-SW                                                                   | NE-SW                                                     | NNE-SSW                                                         | 北部：N-S<br>南部：NW-SE                                                            | NW-SE                                                  | NW-SE                                                  | NW-SE                                                                         |
| 断層により変位又は変形の可能性がある最上位層 | 北中部：B <sub>2</sub> 層下部<br>南部：B <sub>2</sub> 層                                                   | B <sub>2</sub> 層下部                                            | D <sub>1</sub> 層                         | D <sub>1</sub> 層                                                        | D <sub>1</sub> 層                                          | D <sub>1</sub> 層下部                                              | D <sub>1</sub> 層下部                                                            | D <sub>1</sub> 層                                       | D <sub>1</sub> 層                                       | D <sub>1</sub> 層下部                                                            |
| 断層により変位又は変形を受けていない地層   | 北中部：B <sub>1</sub> 層上部、<br>D <sub>1</sub> 層下部、<br>D <sub>2</sub> 層、E層<br>南部：D <sub>2</sub> 層、E層 | A層、B <sub>2</sub> 層上部、<br>D <sub>1</sub> 層下部、D <sub>2</sub> 層 | A層、B <sub>2</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層 | B <sub>2</sub> 層、B <sub>3</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層、C <sub>2</sub> 層 | A層、B <sub>2</sub> 層、<br>B <sub>3</sub> 層、C <sub>1</sub> 層 | A層、<br>B <sub>2</sub> 層、C <sub>1</sub> 層、<br>D <sub>1</sub> 層上部 | B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層、<br>D <sub>1</sub> 層上部 | B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層 | B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層 | B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層、<br>D <sub>1</sub> 層上部 |

| 断層名                    | F26                                                    | A-3<br>(背斜)                                                                    |
|------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 長さ                     | 最大<br>12.0km                                           | 最大<br>14.0km                                                                   |
| 相対的落下側                 | SW                                                     | ---                                                                            |
| 走向                     | NW-SE                                                  | NE-SW                                                                          |
| 断層により変位又は変形の可能性がある最上位層 | D <sub>1</sub> 層                                       | D <sub>1</sub> 層                                                               |
| 断層により変位又は変形を受けていない地層   | B <sub>1</sub> 層、B <sub>2</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層 | A層、B <sub>1</sub> 層、<br>B <sub>2</sub> 層、B <sub>3</sub> 層、<br>C <sub>1</sub> 層 |

\* 領域に連続する可能性のある断層は海岸までの長さ

第 3. 3. 1 表 敷地近傍陸域の地質層序表

| 年代層序区分 |     | 地層名  |     | 主な層相                                                          |      |         |      |  |
|--------|-----|------|-----|---------------------------------------------------------------|------|---------|------|--|
| 新生界    | 第四系 | 完新統  |     | 沖積層                                                           | 砂丘砂層 | 礫・砂・シルト | 砂    |  |
|        |     | 更新統  | 上部  | L 1 段丘堆積物<br>M 4 段丘堆積物<br>M 3 段丘堆積物<br>M 2 段丘堆積物<br>M 1 段丘堆積物 |      | 礫・砂・シルト |      |  |
|        |     |      | 中部  | 東茨城層群                                                         |      | 礫・砂・シルト |      |  |
|        |     |      | 下部  |                                                               |      |         |      |  |
|        |     | 新第三系 | 鮮新統 |                                                               | 久米層  |         | 砂質泥岩 |  |
|        |     |      | 中新統 | 上部                                                            | 多賀層群 |         | 砂質泥岩 |  |
|        | 中部  |      |     |                                                               |      |         |      |  |
|        | 下部  |      |     |                                                               |      |         |      |  |

————— : 整合  
 ~~~~~ : 不整合  
 ||||| : 地層欠如

第 3. 4. 1 表 敷地の地質層序表

| 年代層序区分 | | 地層名 | | 主な層相 | | | |
|--------|------|-----|----|----------|------|----------------|---|
| 新生界 | 第四系 | 完新統 | | 沖積層 | 砂丘砂層 | 礫・砂・シルト | 砂 |
| | | 更新統 | 上部 | M1 段丘堆積物 | | 礫・砂・シルト | |
| | | | 中部 | 東茨城層群 | | 礫・砂・シルト | |
| | | | 下部 | | | | |
| | | 鮮新統 | | 久米層 | | 砂質泥岩
凝灰岩を挟む | |
| | 新第三系 | 中新統 | 上部 | 多賀層群 | | 砂質泥岩 | |
| | | | 中部 | | | | |
| | | | 下部 | | | | |

————— : 整合
 ~~~~~ : 不整合  
 ||||| : 地層欠如

第 3.5.1 表 物理試験結果 (岩石)

| 区 分      |    | 試験数 (個)  |     |     |     | 湿潤密度<br>$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> ) |          | 含水比<br>w (%) |          | 土粒子の密度<br>$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) |          | 間隙比<br>e |          |
|----------|----|----------|-----|-----|-----|---------------------------------------|----------|--------------|----------|-----------------------------------------|----------|----------|----------|
|          |    | 湿潤<br>密度 | 含水比 | 土粒子 | 間隙比 | 平均値                                   | 標準<br>偏差 | 平均値          | 標準<br>偏差 | 平均値                                     | 標準<br>偏差 | 平均値      | 標準<br>偏差 |
| 久米層      | Km | 53       | 52  | 12  | 48  | 1.78                                  | 0.02     | 37.2         | 2.6      | 2.67                                    | 0.01     | 1.07     | 0.05     |
|          | Ks | 18       | 18  | 4   | 16  | 1.81                                  | 0.05     | 32.6         | 2.2      | 2.66                                    | 0.01     | 0.97     | 0.04     |
| 多賀層<br>群 | Tg | 67       | 66  | -   | -   | 1.86                                  | 0.04     | 26.5         | 4.4      | -                                       | -        | -        | -        |

第 3.5.2 表 物理試験結果（土質・改良地盤）

| 区分     |                     | 試験数（個） |     |     |     | 湿潤密度<br>$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> ) |          | 含水比<br>w (%) |          | 土粒子密度<br>$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) |          | 間隙比<br>e |          |
|--------|---------------------|--------|-----|-----|-----|---------------------------------------|----------|--------------|----------|----------------------------------------|----------|----------|----------|
|        |                     | 湿潤密度   | 含水比 | 土粒子 | 間隙比 | 平均值                                   | 標準<br>偏差 | 平均值          | 標準<br>偏差 | 平均值                                    | 標準<br>偏差 | 平均值      | 標準<br>偏差 |
| 埋戻土    | B                   | 96     | 96  | 8   | 96  | 1.90                                  | 0.10     | 20.5         | 7.4      | 2.68                                   | 0.02     | 0.71     | 0.19     |
| ローム層   | Lm                  | 17     | 17  | 5   | 17  | 1.35                                  | 0.08     | 97.8         | 11.0     | 2.76                                   | 0.04     | 3.09     | 0.46     |
| 見和層上部層 | Mu-S <sub>1</sub>   | 65     | 65  | 10  | 65  | 1.86                                  | 0.07     | 18.1         | 3.4      | 2.69                                   | 0.03     | 0.71     | 0.07     |
|        | Mu-C                | 37     | 37  | 10  | 37  | 1.72                                  | 0.08     | 48.5         | 8.5      | 2.67                                   | 0.01     | 1.32     | 0.23     |
|        | Mu-S                | 40     | 40  | 9   | 40  | 1.87                                  | 0.08     | 31.8         | 6.6      | 2.71                                   | 0.02     | 0.91     | 0.16     |
|        | Mu-S <sub>2</sub>   | 88     | 88  | 15  | 88  | 1.86                                  | 0.08     | 21.7         | 4.6      | 2.70                                   | 0.03     | 0.76     | 0.10     |
| 見和層中部層 | Mm-Sg               | 56     | 56  | 10  | 56  | 2.23                                  | 0.10     | 8.8          | 3.5      | 2.70                                   | 0.01     | 0.32     | 0.10     |
| 石崎層    | Is-S <sub>1</sub>   | 93     | 93  | 12  | 93  | 1.83                                  | 0.06     | 27.0         | 3.4      | 2.71                                   | 0.01     | 0.88     | 0.05     |
|        | Is-C                | 17     | 17  | 5   | 17  | 1.85                                  | 0.04     | 34.7         | 2.2      | 2.69                                   | 0.01     | 0.96     | 0.07     |
|        | Is-S <sub>2</sub> U | 21     | 21  | 4   | 21  | 1.82                                  | 0.05     | 33.8         | 2.5      | 2.68                                   | 0.04     | 0.96     | 0.05     |
|        | Is-Sc               | 20     | 20  | 3   | 20  | 1.78                                  | 0.03     | 38.6         | 4.0      | 2.66                                   | 0.02     | 1.07     | 0.09     |
|        | Is-S <sub>2</sub> L | 21     | 20  | 3   | 20  | 1.91                                  | 0.10     | 25.7         | 6.1      | 2.74                                   | 0.05     | 0.80     | 0.12     |
|        | Is-S <sub>3</sub>   | 20     | 20  | 3   | 20  | 1.94                                  | 0.05     | 26.8         | 2.6      | 2.72                                   | 0.00     | 0.78     | 0.07     |
| 改良地盤   | I                   | 32     | 32  | 32  | 32  | 2.05                                  | 0.22     | 23.8         | 11.7     | 2.69                                   | 0.01     | 0.65     | 0.34     |

第 3.5.3 表(1) 静弾性係数及び静ポアソン比測定結果 (岩石)

| 区 分  |       | 静弾性係数                                   |      | 静ポアソン比 |      |
|------|-------|-----------------------------------------|------|--------|------|
|      |       | E <sub>50</sub>                         |      | ν      |      |
|      |       | E <sub>50</sub><br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 試験個数 | ν      | 試験個数 |
| 久米層  | Km、Ks | 327-2.74・Z                              | 64   | 0.49   | 16   |
| 多賀層群 | Tg    | 1080                                    | 62   | 0.47   | 16   |

Z: 標高(m)

第 3.5.3 表(2) 静弾性係数及び静ポアソン比測定結果 (土質・改良地盤)

| 区 分    |                     | 静弾性係数                       |      | 静ポアソン比 |      |
|--------|---------------------|-----------------------------|------|--------|------|
|        |                     | E <sub>50</sub>             |      | ν      |      |
|        |                     | 平均値<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 試験個数 | 平均値    | 試験個数 |
| 埋戻土    | B                   | 25.3                        | 32   | 0.23   | 8    |
| ローム層   | Lm                  | 9.38                        | 16   | 0.32   | 4    |
| 見和層上部層 | Mu-S <sub>1</sub>   | 45.0                        | 20   | 0.26   | 5    |
|        | Mu-C                | 136                         | 24   | 0.497  | 6    |
|        | Mu-S                | 59.9                        | 16   | 0.28   | 4    |
|        | Mu-S <sub>2</sub>   | 80.6                        | 36   | 0.26   | 9    |
| 見和層中部層 | Mm-Sg               | 188                         | 20   | 0.26   | 5    |
| 石崎層    | Is-S <sub>1</sub>   | 55.9                        | 40   | 0.49   | 10   |
|        | Is-C                | 279                         | 12   | 0.49   | 3    |
|        | Is-S <sub>2</sub> U | 109                         | 12   | 0.48   | 3    |
|        | Is-Sc               | 251                         | 12   | 0.48   | 3    |
|        | Is-S <sub>2</sub> L | 162                         | 12   | 0.48   | 3    |
|        | Is-S <sub>3</sub>   | 176                         | 12   | 0.49   | 3    |
| 改良地盤   | I                   | 1720                        | 12   | 0.18   | 17   |

第 3.5.4 表(1) PS 検層結果 (No.1~9)

| 区 分    |                      | No. 1~9* |           |        |        |
|--------|----------------------|----------|-----------|--------|--------|
|        |                      | 下限深度     | 下限標高      | Vp     | Vs     |
|        |                      | (m)      | T. P. (m) | (km/s) | (km/s) |
| ローム層   | Lm                   | 3.33     | 33.80     | 0.88   | 0.17   |
| 見和層上部層 | Mu-S <sub>1</sub>    | 8.73     | 28.40     | 0.93   | 0.35   |
|        | Mu-C                 | 10.23    | 26.90     | 1.00   | 0.30   |
|        | Mu-S <sub>2</sub>    | 16.43    | 20.70     | 1.07   | 0.43   |
|        | Mu-Sg                | 18.33    | 18.80     | 1.20   | 0.49   |
|        | Mu-S <sub>3</sub>    | 20.93    | 16.20     | 1.05   | 0.45   |
| 見和層中部層 | Mm-Sg                | 26.63    | 10.50     | 1.37   | 0.61   |
| 石崎層    | Is-S <sub>1</sub>    | 39.33    | -2.20     | 1.58   | 0.43   |
|        | Is-C                 | 40.43    | -3.30     | 1.59   | 0.37   |
|        | Is-S <sub>2(上)</sub> | 65.93    | -28.80    | 1.58   | 0.37   |
|        | Is-Sc                | 72.23    | -35.10    | 1.58   | 0.39   |
|        | Is-S <sub>2(下)</sub> | 84.63    | -47.50    | 1.63   | 0.44   |
|        | Is-Sg                | 86.03    | -48.90    | 1.70   | 0.51   |
|        | Is-S <sub>3</sub>    | 91.13    | -54.00    | 1.68   | 0.50   |
| 久米層    | Km                   | 137.13   | -100.00   | 1.63   | 0.48   |
|        |                      | 160.73   | -123.60   | 1.68   | 0.54   |
|        | Ks                   | 172.53   | -135.40   | 1.76   | 0.62   |
| 多賀層群   | Tg                   | -        | -         | 2.17   | 1.01   |

※：HTTR 建家周辺における No. 1~9 の PS 検層結果の平均値。地震動評価における解放基盤表面の設定に用いる。

第 3.5.4 表(2) PS 検層結果 (No.11、112~116)

| 区 分    |                     | No. 11、112~116 <sup>※</sup> |           |        |        |
|--------|---------------------|-----------------------------|-----------|--------|--------|
|        |                     | 下限深度                        | 下限標高      | Vp     | Vs     |
|        |                     | (m)                         | T. P. (m) | (km/s) | (km/s) |
| ローム層   | Lm                  | 3.47                        | 35.05     | 0.66   | 0.23   |
| 見和層上部層 | Mu-S <sub>1</sub>   | 10.26                       | 28.26     | 0.83   | 0.31   |
|        | Mu-C                | 11.57                       | 26.95     | 1.03   | 0.30   |
|        | Mu-S                | 12.99                       | 25.53     | 1.16   | 0.32   |
|        | Mu-C                | 15.28                       | 23.24     | 1.03   | 0.30   |
|        | Mu-S <sub>2</sub>   | 23.12                       | 15.40     | 0.78   | 0.42   |
| 見和層中部層 | Mm-Sg               | 27.90                       | 10.62     | 1.07   | 0.53   |
| 石崎層    | Is-S <sub>1</sub>   | 40.45                       | -1.93     | 1.69   | 0.42   |
|        | Is-C                | 42.56                       | -4.04     | 1.66   | 0.38   |
|        | Is-S <sub>2</sub> U | 66.72                       | -28.20    | 1.67   | 0.38   |
|        | Is-Sc               | 77.25                       | -38.73    | 1.73   | 0.41   |
|        | Is-S <sub>2</sub> L | 85.52                       | -47.00    | 1.71   | 0.44   |
|        | Is-Sg               | 87.44                       | -48.92    | 1.72   | 0.44   |
|        | Is-S <sub>3</sub>   | 93.40                       | -54.88    | 1.71   | 0.44   |
| 久米層    | Km                  | 155.63                      | -117.11   | 1.75   | 0.51   |
|        | Ks                  | 165.79                      | -127.27   | 1.80   | 0.57   |
| 多賀層群   | Tg                  | -                           | -         | 2.03   | 0.80   |

※：常陽建物周辺における No. 11、112~116 の PS 検層結果の平均値。基礎地盤の安定性評価における解析用物性値の設定に用いる。

第 3.5.5 表 初期動せん断弾性係数と動ポアソン比

| 地質名<br>(記号) |                     | 初期動せん断弾性<br>係数             | 動ポアソン比  |
|-------------|---------------------|----------------------------|---------|
|             |                     | $G_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\nu_d$ |
| 埋戻土         | B                   | $733-19.8 \cdot Z$         | 0.35    |
| ローム層        | Lm                  | 71.4                       | 0.43    |
| 見和層上部層      | Mu-S <sub>1</sub>   | 179                        | 0.42    |
|             | Mu-C                | 155                        | 0.45    |
|             | Mu-S                | 191                        | 0.46    |
|             | Mu-S <sub>2</sub>   | 328                        | 0.30    |
| 見和層中部層      | Mm-Sg               | 626                        | 0.34    |
| 石崎層         | Is-S <sub>1</sub>   | 323                        | 0.47    |
|             | Is-C                | 267                        | 0.47    |
|             | Is-S <sub>2</sub> U | 263                        | 0.47    |
|             | Is-Sc               | 299                        | 0.47    |
|             | Is-S <sub>2</sub> L | 370                        | 0.46    |
|             | Is-S <sub>3</sub>   | 376                        | 0.46    |
| 久米層         | Km                  | 463                        | 0.45    |
|             | Ks                  | 588                        | 0.44    |
| 多賀層群        | Tg                  | 1190                       | 0.41    |
| 改良地盤        | I                   | 1090                       | 0.41    |

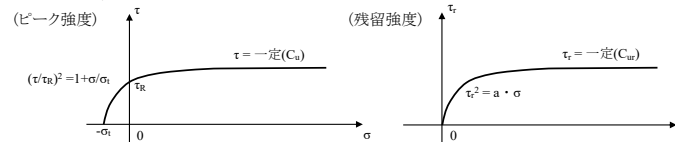
Z: 標高(m)

第 3.6.1 表(1) 解析用物性値

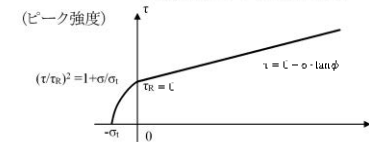
| 地層名     | 地質記号                | 物理特性                                  |                                                                                       | 強度特性                |                                                                                                                                                                     | 強度特性(地盤物性のばらつきを考慮)            |                                                                                       |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |  |
|---------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|         |                     | 湿潤密度<br>$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> ) | ピーク強度                                                                                 |                     | 残留強度<br>$\tau_r$ (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                               | ピーク強度                         |                                                                                       | 残留強度<br>$\tau_r$ (N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                               |                                                                                                                                                                    |  |
|         |                     |                                       | 粘着力<br>C (N/mm <sup>2</sup> )                                                         | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°) |                                                                                                                                                                     | 粘着力<br>C (N/mm <sup>2</sup> ) | 内部摩擦角<br>$\phi$ (°)                                                                   |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |  |
| 埋戻土     | B                   | 1.90                                  | 0.008                                                                                 | 34.9                | $\tau_r = 0.008 + \sigma \cdot \tan 34.2^\circ$                                                                                                                     | 0.000                         | 34.0                                                                                  | $\tau_r = \sigma \cdot \tan 34.0^\circ$                                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |  |
| M1段丘堆積物 | Lm                  | 1.35                                  | 0.042                                                                                 | 19.7                | $\tau_r^2 = 0.052 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.066$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.040 + \sigma \cdot \tan 15.8^\circ$ ( $\sigma \geq 0.066$ N/mm <sup>2</sup> ) | 0.031                         | 19.7                                                                                  | $\tau_r^2 = 0.033 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.056$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.027 + \sigma \cdot \tan 15.8^\circ$ ( $\sigma \geq 0.056$ N/mm <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Mu-S <sub>1</sub>   | 1.86                                  | 0.021                                                                                 | 37.0                | $\tau_r^2 = 0.068 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.004$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.014 + \sigma \cdot \tan 33.0^\circ$ ( $\sigma \geq 0.004$ N/mm <sup>2</sup> ) | 0.002                         | 37.0                                                                                  | $\tau_r = \sigma \cdot \tan 32.9^\circ$                                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Mu-C                | 1.72                                  | 0.227                                                                                 | 16.6                | $\tau_r^2 = 0.227 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.196$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.179 + \sigma \cdot \tan 9.3^\circ$ ( $\sigma \geq 0.196$ N/mm <sup>2</sup> )  | 0.178                         | 16.6                                                                                  | $\tau_r^2 = 0.169 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.170$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.142 + \sigma \cdot \tan 9.3^\circ$ ( $\sigma \geq 0.170$ N/mm <sup>2</sup> )  |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Mu-S                | 1.87                                  | 0.060                                                                                 | 36.0                | $\tau_r^2 = 0.124 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.003$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.018 + \sigma \cdot \tan 35.5^\circ$ ( $\sigma \geq 0.003$ N/mm <sup>2</sup> ) | 0.034                         | 36.0                                                                                  | $\tau_r = \sigma \cdot \tan 34.8^\circ$                                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Mu-S <sub>2</sub>   | 1.86                                  | 0.040                                                                                 | 38.4                | $\tau_r = \sigma \cdot \tan 38.0^\circ$                                                                                                                             | 0.001                         | 38.4                                                                                  | $\tau_r = \sigma \cdot \tan 36.0^\circ$                                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |  |
| 東茨城層群   | Mm-Sg               | 2.23                                  | 0.086                                                                                 | 40.0                | $\tau_r = 0.003 + \sigma \cdot \tan 40.1^\circ$                                                                                                                     | 0.007                         | 40.0                                                                                  | $\tau_r = \sigma \cdot \tan 38.8^\circ$                                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Is-S <sub>1</sub>   | 1.83                                  | 0.399                                                                                 | 27.7                | $\tau_r^2 = 0.660 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.228$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.268 + \sigma \cdot \tan 27.7^\circ$ ( $\sigma \geq 0.228$ N/mm <sup>2</sup> ) | 0.322                         | 27.7                                                                                  | $\tau_r^2 = 0.455 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.149$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.182 + \sigma \cdot \tan 27.7^\circ$ ( $\sigma \geq 0.149$ N/mm <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Is-C                | 1.85                                  | 0.543                                                                                 | 0.0                 | $\tau_r^2 = 0.409 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.527$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.464$ ( $\sigma \geq 0.527$ N/mm <sup>2</sup> )                                | 0.450                         | 0.0                                                                                   | $\tau_r^2 = 0.297 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.460$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.370$ ( $\sigma \geq 0.460$ N/mm <sup>2</sup> )                                |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Is-S <sub>2</sub> U | 1.82                                  | 0.725                                                                                 | 12.4                | $\tau_r^2 = 1.01 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.787$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.719 + \sigma \cdot \tan 12.4^\circ$ ( $\sigma \geq 0.787$ N/mm <sup>2</sup> )  | 0.521                         | 12.4                                                                                  | $\tau_r^2 = 0.670 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.646$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.516 + \sigma \cdot \tan 12.4^\circ$ ( $\sigma \geq 0.646$ N/mm <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Is-Sc               | 1.78                                  | 0.559                                                                                 | 10.0                | $\tau_r^2 = 0.664 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.658$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.559 + \sigma \cdot \tan 8.8^\circ$ ( $\sigma \geq 0.658$ N/mm <sup>2</sup> )  | 0.424                         | 10.0                                                                                  | $\tau_r^2 = 0.446 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.613$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.428 + \sigma \cdot \tan 8.8^\circ$ ( $\sigma \geq 0.613$ N/mm <sup>2</sup> )  |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Is-S <sub>2</sub> L | 1.91                                  | 0.631                                                                                 | 20.0                | $\tau_r^2 = 1.02 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.793$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.611 + \sigma \cdot \tan 20.0^\circ$ ( $\sigma \geq 0.793$ N/mm <sup>2</sup> )  | 0.413                         | 20.0                                                                                  | $\tau_r^2 = 0.621 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.627$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.396 + \sigma \cdot \tan 20.0^\circ$ ( $\sigma \geq 0.627$ N/mm <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Is-Sg               | 1.91                                  | 0.631                                                                                 | 20.0                | $\tau_r^2 = 1.02 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.793$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.611 + \sigma \cdot \tan 20.0^\circ$ ( $\sigma \geq 0.793$ N/mm <sup>2</sup> )  | 0.413                         | 20.0                                                                                  | $\tau_r^2 = 0.621 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.627$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.396 + \sigma \cdot \tan 20.0^\circ$ ( $\sigma \geq 0.627$ N/mm <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                    |  |
|         | Is-S <sub>3</sub>   | 1.94                                  | 0.888                                                                                 | 16.9                | $\tau_r^2 = 1.27 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.812$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.768 + \sigma \cdot \tan 16.9^\circ$ ( $\sigma \geq 0.812$ N/mm <sup>2</sup> )  | 0.701                         | 16.9                                                                                  | $\tau_r^2 = 0.939 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.686$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.594 + \sigma \cdot \tan 16.9^\circ$ ( $\sigma \geq 0.686$ N/mm <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                    |  |
| 久米層     | Km                  | 1.78                                  | Cu=0.660-0.00440·Z<br>$\sigma_i = 0.160$<br>$\tau_R = 0.359$                          |                     | Cur=0.295-0.00495·Z<br>a=0.208-0.00417·Z                                                                                                                            |                               | Cu=0.588-0.00440·Z<br>$\sigma_i = 0.120$<br>$\tau_R = 0.314$                          |                                                                                                                                                                     | Cur=0.196-0.00495·Z<br>a=0.098-0.00417·Z                                                                                                                           |  |
|         | Ks                  | 1.81                                  |                                                                                       |                     |                                                                                                                                                                     |                               |                                                                                       |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |  |
| 多賀層群    | Tg                  | 1.86                                  | -                                                                                     | -                   | -                                                                                                                                                                   | -                             | -                                                                                     | -                                                                                                                                                                   | -                                                                                                                                                                  |  |
| 改良地盤    | I                   | 2.05                                  | $\tau = 1.12 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ$<br>$\sigma_i = 0.300$<br>$\tau_R = 1.12$ |                     | $\tau_r^2 = 1.10 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.314$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.468 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ$ ( $\sigma \geq 0.314$ N/mm <sup>2</sup> )  |                               | $\tau = 1.09 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ$<br>$\sigma_i = 0.300$<br>$\tau_R = 1.09$ |                                                                                                                                                                     | $\tau_r^2 = 1.05 \cdot \sigma$ ( $\sigma < 0.302$ N/mm <sup>2</sup> )<br>$\tau_r = 0.448 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ$ ( $\sigma \geq 0.302$ N/mm <sup>2</sup> ) |  |

$\sigma$ : 垂直応力 Z: 標高(m)

久米層(Km,Ks)の強度特性: 下図のとおり



改良地盤の強度特性: 下図のとおり



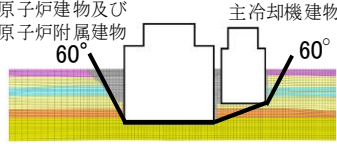
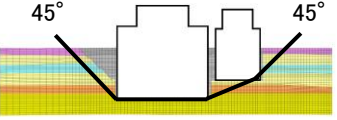
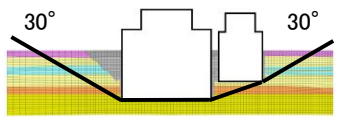
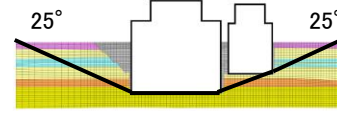


第 3.6.1 表(2) 解析用物性値

| 地層名         | 地質記号                | 変形特性                                         |                   |                             |                                           |                                        |
|-------------|---------------------|----------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|
|             |                     | 動的変形特性                                       |                   |                             |                                           | 静的変形特性                                 |
|             |                     | 初期動せん断<br>弾性係数<br>$G_0$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 動ポアソン比<br>$\nu_d$ | $G/G_0 \sim \gamma$ (%)     | $h$ (%) $\sim \gamma$ (%)                 | 静弾性係数<br>$E_{s0}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |
| 埋戻土         | B                   | 733-19.8・Z                                   | 0.35              | $1/(1+15.3 \gamma^{0.935})$ | $22.5 \gamma / (\gamma + 0.0734) + 0.171$ | 25.3                                   |
| M1段丘<br>堆積物 | Lm                  | 71.4                                         | 0.43              | $1/(1+4.56 \gamma^{0.711})$ | $8.80 \gamma / (\gamma + 0.0579) + 1.70$  | 9.38                                   |
|             | Mu-S <sub>1</sub>   | 179                                          | 0.42              | $1/(1+13.6 \gamma^{0.873})$ | $20.7 \gamma / (\gamma + 0.0758) + 0.180$ | 45.0                                   |
|             | Mu-C                | 155                                          | 0.45              | $1/(1+4.34 \gamma^{0.791})$ | $10.1 \gamma / (\gamma + 0.148) + 1.82$   | 136                                    |
|             | Mu-S                | 191                                          | 0.46              | $1/(1+6.20 \gamma^{0.830})$ | $20.4 \gamma / (\gamma + 0.141) + 0.004$  | 59.9                                   |
|             | Mu-S <sub>2</sub>   | 328                                          | 0.30              | $1/(1+6.86 \gamma^{0.827})$ | $22.8 \gamma / (\gamma + 0.130) + 0.472$  | 80.6                                   |
| 東茨城層群       | Mm-Sg               | 626                                          | 0.34              | $1/(1+6.69 \gamma^{0.801})$ | $13.2 \gamma / (\gamma + 0.0512) + 1.72$  | 188                                    |
|             | Is-S <sub>1</sub>   | 323                                          | 0.47              | $1/(1+5.08 \gamma^{0.817})$ | $23.7 \gamma / (\gamma + 0.203) + 0.374$  | 55.9                                   |
|             | Is-C                | 267                                          | 0.47              | $1/(1+5.21 \gamma^{0.913})$ | $13.6 \gamma / (\gamma + 0.149) + 1.19$   | 279                                    |
|             | Is-S <sub>2</sub> U | 263                                          | 0.47              | $1/(1+3.79 \gamma^{0.937})$ | $24.0 \gamma / (\gamma + 0.501) + 0.892$  | 109                                    |
|             | Is-Sc               | 299                                          | 0.47              | $1/(1+3.73 \gamma^{0.918})$ | $17.4 \gamma / (\gamma + 0.277) + 0.877$  | 251                                    |
|             | Is-S <sub>2</sub> L | 370                                          | 0.46              | $1/(1+5.30 \gamma^{1.04})$  | $28.1 \gamma / (\gamma + 0.453) + 0.803$  | 162                                    |
|             | Is-Sg               | 370                                          | 0.46              | $1/(1+5.30 \gamma^{1.04})$  | $28.1 \gamma / (\gamma + 0.453) + 0.803$  | 162                                    |
|             | Is-S <sub>3</sub>   | 376                                          | 0.46              | $1/(1+4.72 \gamma^{1.00})$  | $29.6 \gamma / (\gamma + 0.517) + 0.740$  | 176                                    |
| 久米層         | Km                  | 463                                          | 0.45              | $1/(1+2.32 \gamma^{1.04})$  | $15.3 \gamma / (\gamma + 0.763) + 1.54$   | 327-2.74・Z                             |
|             | Ks                  | 588                                          | 0.44              | $1/(1+3.09 \gamma^{0.986})$ | $15.0 \gamma / (\gamma + 0.603) + 1.30$   |                                        |
| 多賀層群        | Tg                  | 1190                                         | 0.41              | $1/(1+1.75 \gamma^{0.925})$ | $9.59 \gamma / (\gamma + 0.346) + 1.00$   | 1080                                   |
| 改良地盤        | I                   | 1090                                         | 0.41              | $1/(1+3.44 \gamma^{0.998})$ | $12.5 \gamma / (\gamma + 0.393) + 1.40$   | 1720                                   |

G: 動せん断弾性係数  $\gamma$ : せん断ひずみ h: 減衰率 Z: 標高(m)

第 3.6.2 表(1) すべり安全率 (A-A' 断面)

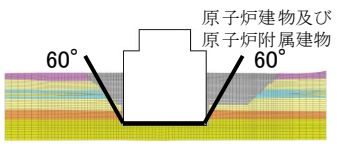
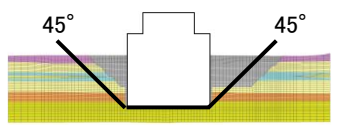
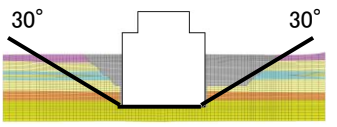
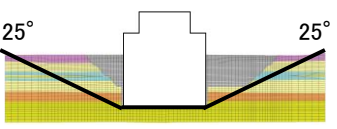
| 番号 | 想定すべり線形状                                                                           | 地震動※1             | すべり安全率※3       |                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|----------------|
|    |                                                                                    |                   | 基本モデル※2        | 地盤強度<br>ばらつき考慮 |
| 1  |   | S s - D<br>(+, -) | 2.9<br>[46.62] | —              |
| 2  |   | S s - D<br>(+, -) | 2.6<br>[46.63] | —              |
| 3  |   | S s - D<br>(+, -) | 2.3<br>[46.63] | —              |
| 4  |  | S s - D<br>(+, -) | 2.2<br>[46.63] | 1.9<br>[46.63] |

※1 (+, +) 位相反転なし、(-, +) 水平反転、(+, -) 鉛直反転、(-, -) 水平反転かつ鉛直反転

※2 地盤強度を平均強度、解析用地下水位を地表面に設定したモデルを基本とする。

※3 [ ] は発生時刻 (秒)

第 3.6.2 表 (2) すべり安全率 (B-B' 断面)

| 番号 | 想定すべり線形状                                                                                                     | 地震動※1             | すべり安全率※3       |                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|----------------|
|    |                                                                                                              |                   | 基本モデル※2        | 地盤強度<br>ばらつき考慮 |
| 1  |  <p>原子炉建物及び<br/>原子炉附属建物</p> | S s - D<br>(+, -) | 3.6<br>[46.62] | -              |
| 2  |                             | S s - D<br>(+, -) | 2.8<br>[46.65] | -              |
| 3  |                             | S s - D<br>(+, -) | 2.2<br>[46.66] | -              |
| 4  |                            | S s - D<br>(+, -) | 2.0<br>[46.67] | 1.8<br>[46.67] |

※1 (+, +) 位相反転なし、(-, +) 水平反転、(+, -) 鉛直反転、(-, -) 水平反転かつ鉛直反転

※2 地盤強度を平均強度、解析用地下水位を地表面に設定したモデルを基本とする。

※3 [ ] は発生時刻 (秒)

第 3.6.2 表 (3) すべり安全率 (C-C' 断面)

| 番号  | 想定すべり線形状 | 地震動※ <sup>1</sup> | すべり安全率※ <sup>3</sup> |                |
|-----|----------|-------------------|----------------------|----------------|
|     |          |                   | 基本モデル※ <sup>2</sup>  | 地盤強度<br>ばらつき考慮 |
| 1   |          | S s - 6<br>(-, -) | 2.4<br>[14.53]       | -              |
| 2   |          | S s - D<br>(+, -) | 2.3<br>[46.64]       | -              |
| 3   |          | S s - D<br>(+, -) | 2.3<br>[46.64]       | -              |
| 4-1 |          | S s - D<br>(+, -) | 2.2<br>[46.64]       | -              |
| 4-2 |          | S s - D<br>(+, -) | 2.1<br>[46.63]       | 1.7<br>[46.63] |

※1 (+, +) 位相反転なし、(-, +) 水平反転、(+, -) 鉛直反転、(-, -) 水平反転かつ鉛直反転

※2 地盤強度を平均強度、解析用地下水位を地表面に設定したモデルを基本とする。

※3 [ ] は発生時刻 (秒)

第 3.6.3 表 基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜

| 断面     | 施設名                    | 地震動 <sup>※1</sup> | 基礎底面両端の最大相対変位 <sup>※2</sup><br>( $ \delta_{v1} - \delta_{v2} $ ) | 基礎底面両端の最大傾斜<br>( $ \delta_{v1} - \delta_{v2} /L$ <sup>※3</sup> ) |
|--------|------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| A - A' | 原子炉建物<br>及び<br>原子炉附属建物 | S s - D<br>(+, +) | 2.32cm<br>[39.69]                                                | 1/2,370                                                          |
|        | 主冷却機建物                 | S s - 2<br>(+, +) | 0.36cm<br>[ 8.09]                                                | 1/7,600                                                          |
| B - B' | 原子炉建物<br>及び<br>原子炉附属建物 | S s - D<br>(+, +) | 1.39cm<br>[39.66]                                                | 1/3,500                                                          |
| C - C' | 主冷却機建物                 | S s - D<br>(+, +) | 0.84cm<br>[22.88]                                                | 1/7,900                                                          |

※1 (+, +) 位相反転なし、(-, +) 水平反転、(+, -) 鉛直反転、(-, -) 水平反転かつ鉛直反転

※2 [ ] は発生時刻 (秒)

※3 [A - A' 原子炉建物及び原子炉附属建物] L = 55.00 m、

[A - A' 主冷却機建物] L = 27.40 m、

[B - B'] L = 50.00 m、

[C - C'] L = 67.00 m

第3.7.1表 主な地質調査会社一覧表

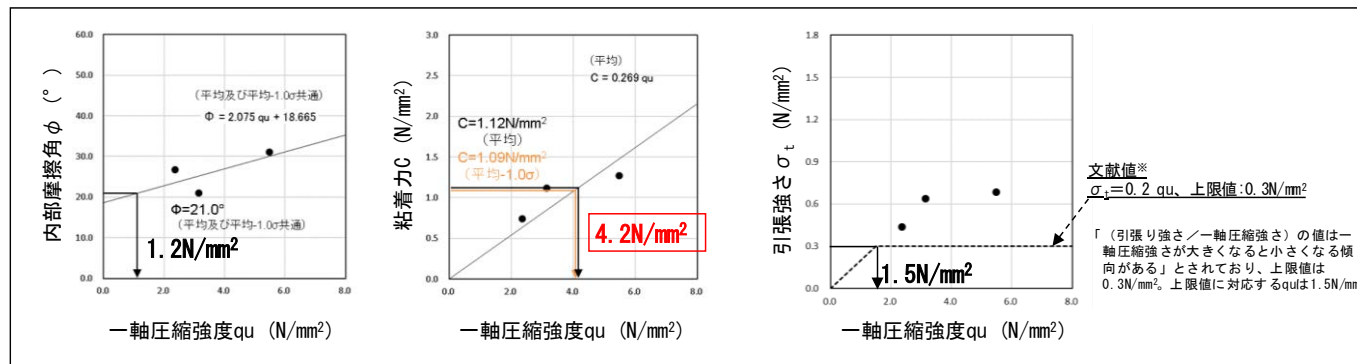
| 地質調査                | 実施年度                  | 会社名             |
|---------------------|-----------------------|-----------------|
| 敷地周辺<br>敷地近傍<br>敷地内 | 平成 18 年度～<br>平成 21 年度 | 株式会社ダイヤコンサルタント  |
|                     | 令和 4 年度               |                 |
| 敷地前面海域              | 平成 19 年度～<br>平成 20 年度 | 総合地質調査株式会社      |
|                     |                       | 川崎地質株式会社        |
| 敷地内                 | 昭和 39 年度              | 東邦基礎調査株式会社      |
|                     | 昭和 59 年度              | 京浜調査工事株式会社      |
|                     | 昭和 61 年度              | 基礎地盤コンサルタント株式会社 |
|                     | 昭和 62 年度              |                 |
|                     | 平成 2 年度               |                 |
|                     | 平成 4 年度               |                 |
|                     | 平成 10 年度              |                 |
|                     | 平成 18 年度              |                 |
|                     | 昭和 63 年度              | 株式会社日建設計        |
|                     | 平成 21 年度              | 川崎地質株式会社        |
|                     | 平成 27 年度              | 応用地質株式会社        |
|                     | 平成 29 年度              |                 |

第 3.8.1 表 改良地盤の確認項目及び基準値

| 確認項目    | 要求品質                                   | 必要改良範囲 |                                                                                                                                                                             | 備考                                                      |                                        |    |
|---------|----------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|----|
| 改良地盤の範囲 | 必要改良範囲が施工されていること                       | 幅      | 基準位置（東西外壁面）から7m以上                                                                                                                                                           | 改良体の配置（ロッド挿入位置）※1の確認により、必要改良幅及び必要改良奥行き以上改良されていることを確認する。 |                                        |    |
|         |                                        | 奥行き    | 基準位置（南外壁面）から27.5m以上                                                                                                                                                         |                                                         |                                        |    |
|         |                                        | 高さ     | <table border="1"> <tr> <td>上端</td> <td>東側 T.P. +23.5m 以上<br/>西側 T.P. +21.5m 以上</td> </tr> <tr> <td>下端</td> <td>東側 T.P. +10.6m 以下<br/>西側 T.P. +10.3m 以下</td> </tr> </table> | 上端                                                      | 東側 T.P. +23.5m 以上<br>西側 T.P. +21.5m 以上 | 下端 |
| 上端      | 東側 T.P. +23.5m 以上<br>西側 T.P. +21.5m 以上 |        |                                                                                                                                                                             |                                                         |                                        |    |
| 下端      | 東側 T.P. +10.6m 以下<br>西側 T.P. +10.3m 以下 |        |                                                                                                                                                                             |                                                         |                                        |    |

| 確認項目    | 要求品質                                | 基準値                                  | 備考                                                                                                           |
|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改良地盤の強度 | 改良地盤の強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張強さ）が確保されていること | 一軸圧縮強度 $q_u$ 4.2N/mm <sup>2</sup> 以上 | 強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張強さ）と一軸圧縮強度 $q_u$ との相関関係から算出した一軸圧縮強度 $q_u$ 4.2 N/mm <sup>2</sup> を基準値として採用し、基準値以上であることを確認する。 |

添-1-95



室内配合試験による一軸圧縮強度 $q_u$ と評価に用いる強度特性の相関関係  
(内部摩擦角 $\phi$ 、粘着力 $C$ 、引張強さ $\sigma_t$ )

※2018年度版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針「セメント系固着材を用いた深層・浅層混合処理工法」、日本建築センター

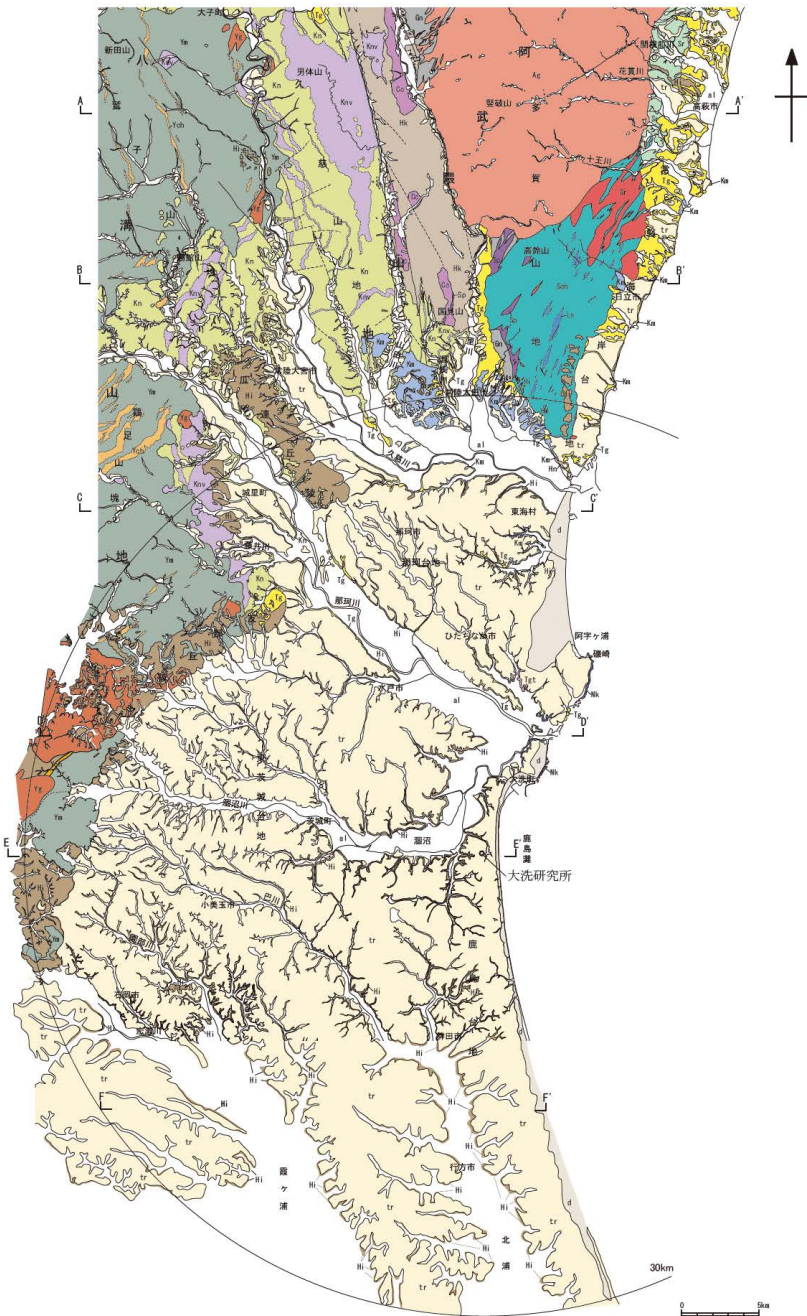
第 3.8.2 表 改良地盤の試験頻度

| 基準名称                                                                        | 基準における試験頻度の目安                                                | 設定する試験頻度                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2018 年度版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法-<br>(日本建築センター、2018) | 検査対象層 (改良範囲内の各土層) に対して、100 本の改良コラムに 1 箇所以上かつ 1 検査対象群に 1 箇所以上 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 調査箇所は、改良土量が約 5000m<sup>3</sup> (改良体本数 100 本未満) であることから、東側・西側の改良地盤に対して、各 3 箇所とする。</li> <li>・ 試験 (一軸圧縮試験) は、改良範囲内の各土層に対して実施する。</li> </ul> |
| 建築基礎設計のための地盤改良設計指針案<br>(日本建築学会、2006)                                        | 改良体 100 本ごとに 1 本以上                                           |                                                                                                                                                                                  |
| 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程<br>(日本電気協会、2009)                      | 改良体 300 本ごとに 1 本以上                                           |                                                                                                                                                                                  |
| 陸上工事における深層混合処理工法 設計施工マニュアル 改訂版<br>(土木研究センター、2004)                           | 設計強度ごとに改良体 500 本未満は 3 本×3 深度、500 本以上は 250 本ごとに 1 本追加         |                                                                                                                                                                                  |
| 港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル<br>(沿岸技術研究センター、2014)                               | 改良土量 10000m <sup>3</sup> ごとに 1 本程度                           |                                                                                                                                                                                  |



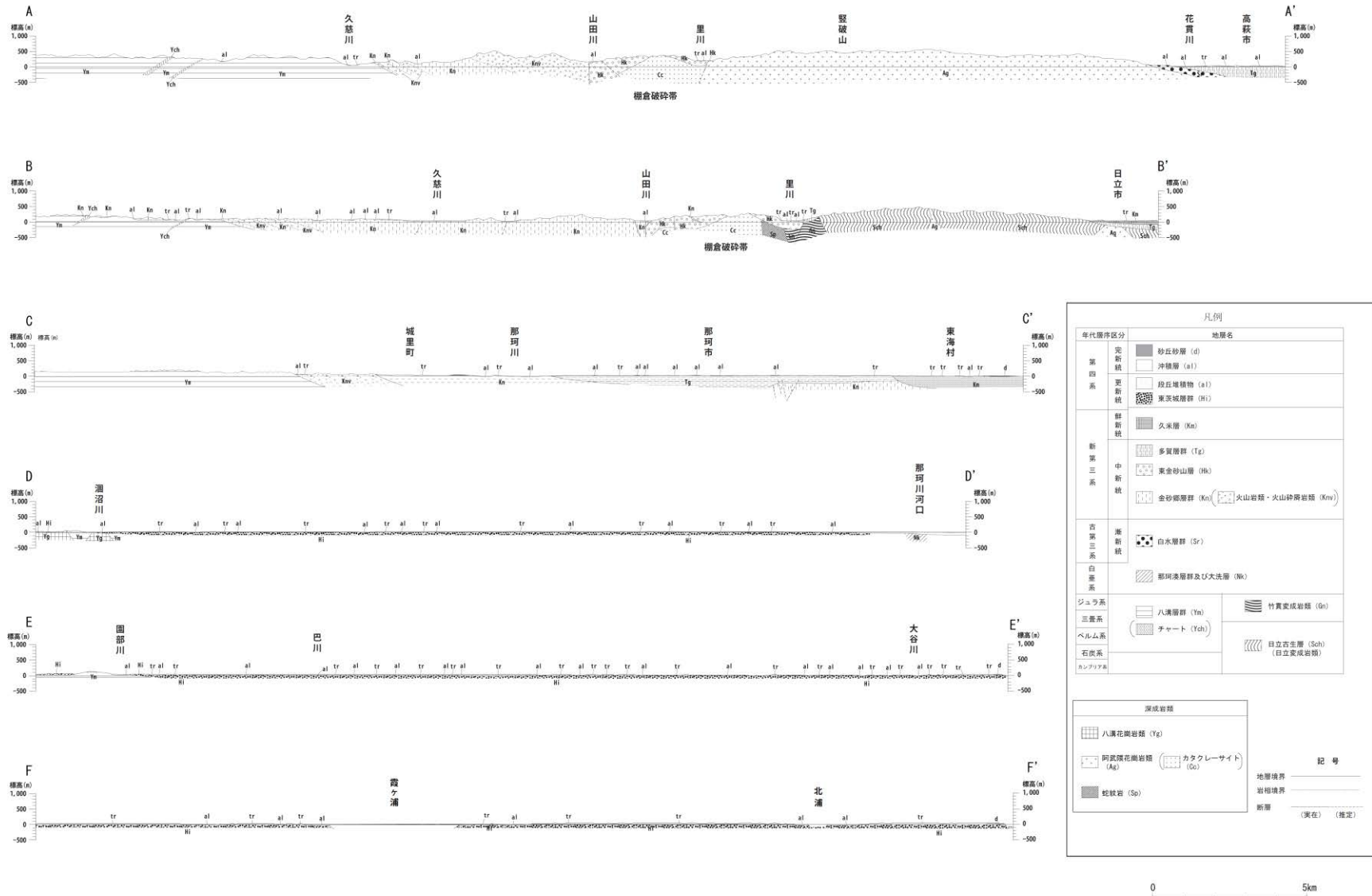


第 3. 2. 1 図 敷地周辺陸域の地形図



| 年代層序区分 | 八景山群  |         | 久保山群  |         | 多賀山群  |         | 奥羽山群  |         |
|--------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
|        | 地層名   | 主な層相・岩性 | 地層名   | 主な層相・岩性 | 地層名   | 主な層相・岩性 | 地層名   | 主な層相・岩性 |
| 第四系    | 沖積層   | 砂・シルト・礫 | 沖積層   | 砂・シルト・礫 | 沖積層   | 砂・シルト・礫 | 沖積層   | 砂・シルト・礫 |
|        | 埋没沖積層 | 砂・シルト・礫 | 埋没沖積層 | 砂・シルト・礫 | 埋没沖積層 | 砂・シルト・礫 | 埋没沖積層 | 砂・シルト・礫 |
| 新第三系   | 多賀層   | 砂質泥岩    | 多賀層   | 砂質泥岩    | 多賀層   | 砂質泥岩    | 多賀層   | 砂質泥岩    |
|        | 久保層   | 砂質泥岩    | 久保層   | 砂質泥岩    | 久保層   | 砂質泥岩    | 久保層   | 砂質泥岩    |
| 白亜系    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    |
|        | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    |
| ジュラ系   | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    |
|        | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    |
| 三畳系    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    |
|        | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    |
| 石炭系    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    |
|        | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    |
| シルル系   | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    | 八景山群  | 砂質泥岩    |
|        | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    | 久保山群  | 砂質泥岩    |

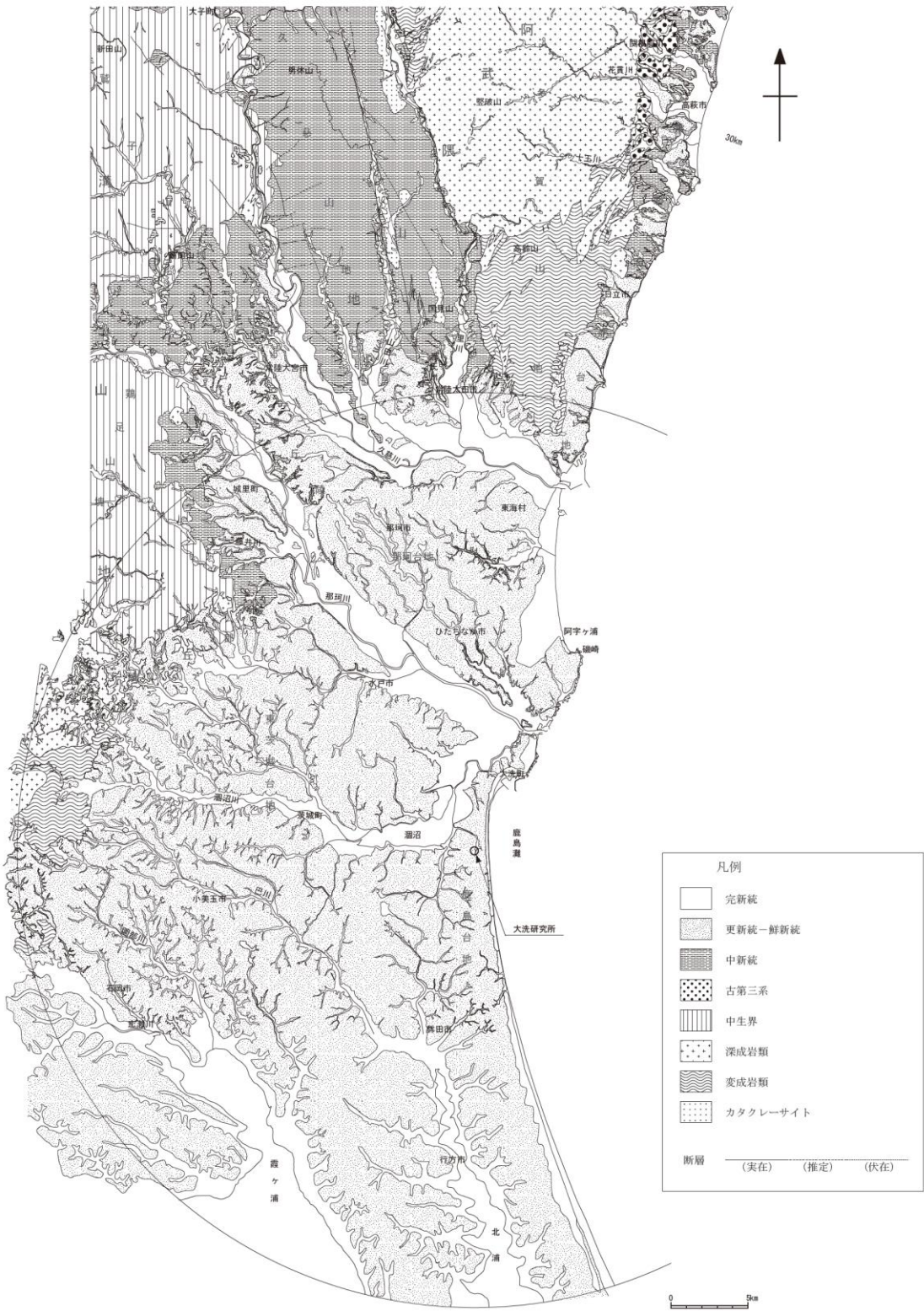
第 3.2.2 図 敷地周辺陸域の地質図



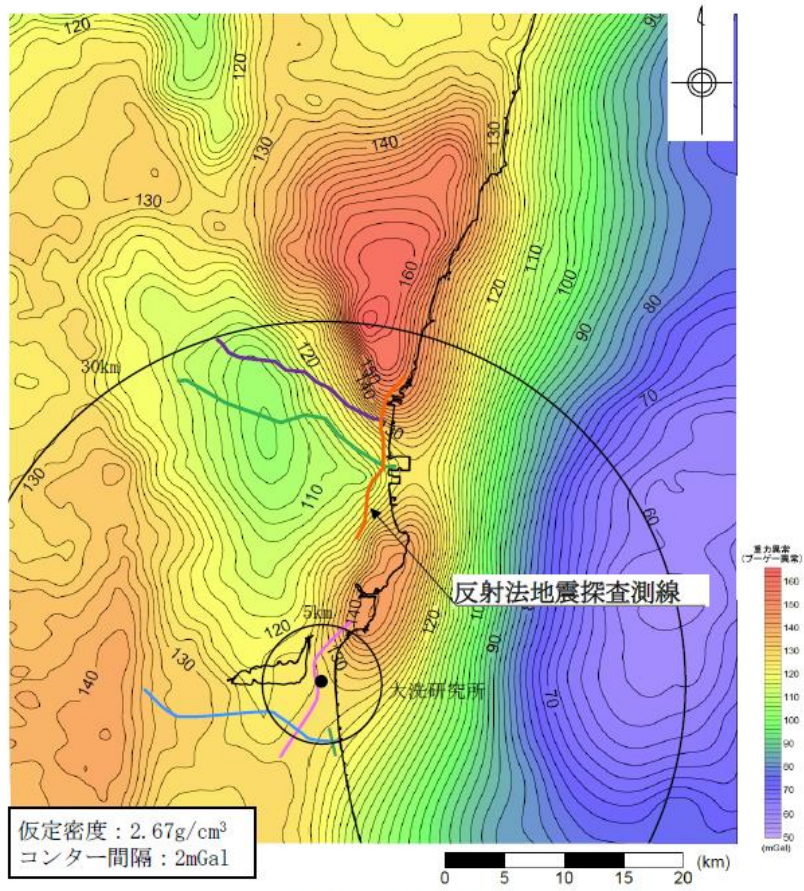
第 3. 2. 3 図 敷地周辺陸域の地質断面図



第 3.2.4 図 敷地周辺陸域の段丘面区分図

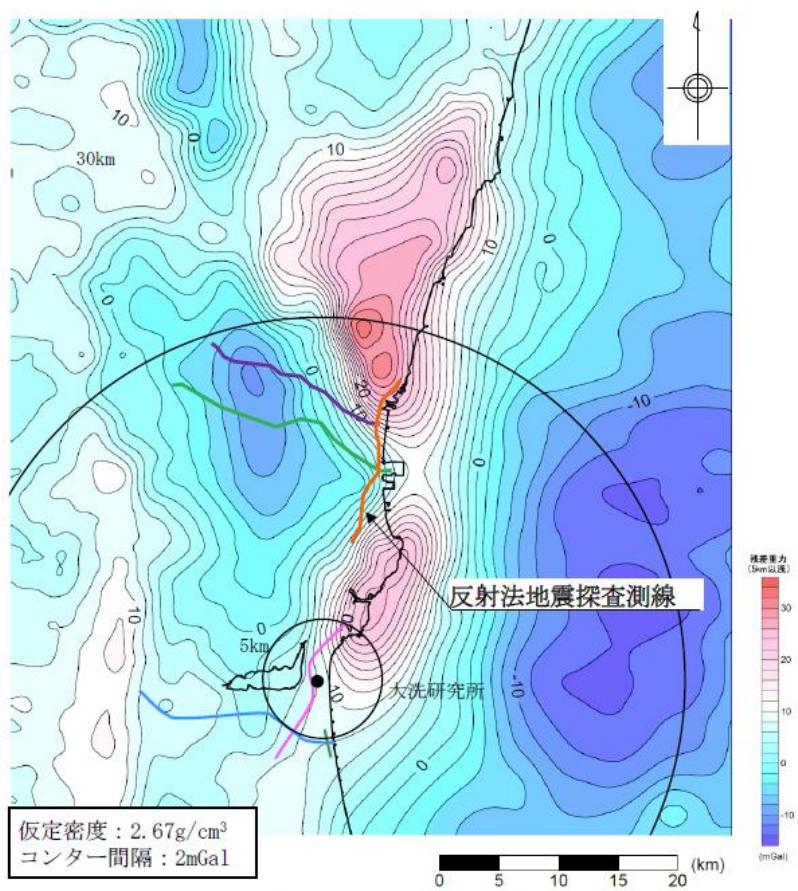


第 3.2.5 図 敷地周辺陸域の地質構造図



重力異常分布図

地質調査総合センター編「日本重力データベース DVD版」(2013)に加筆

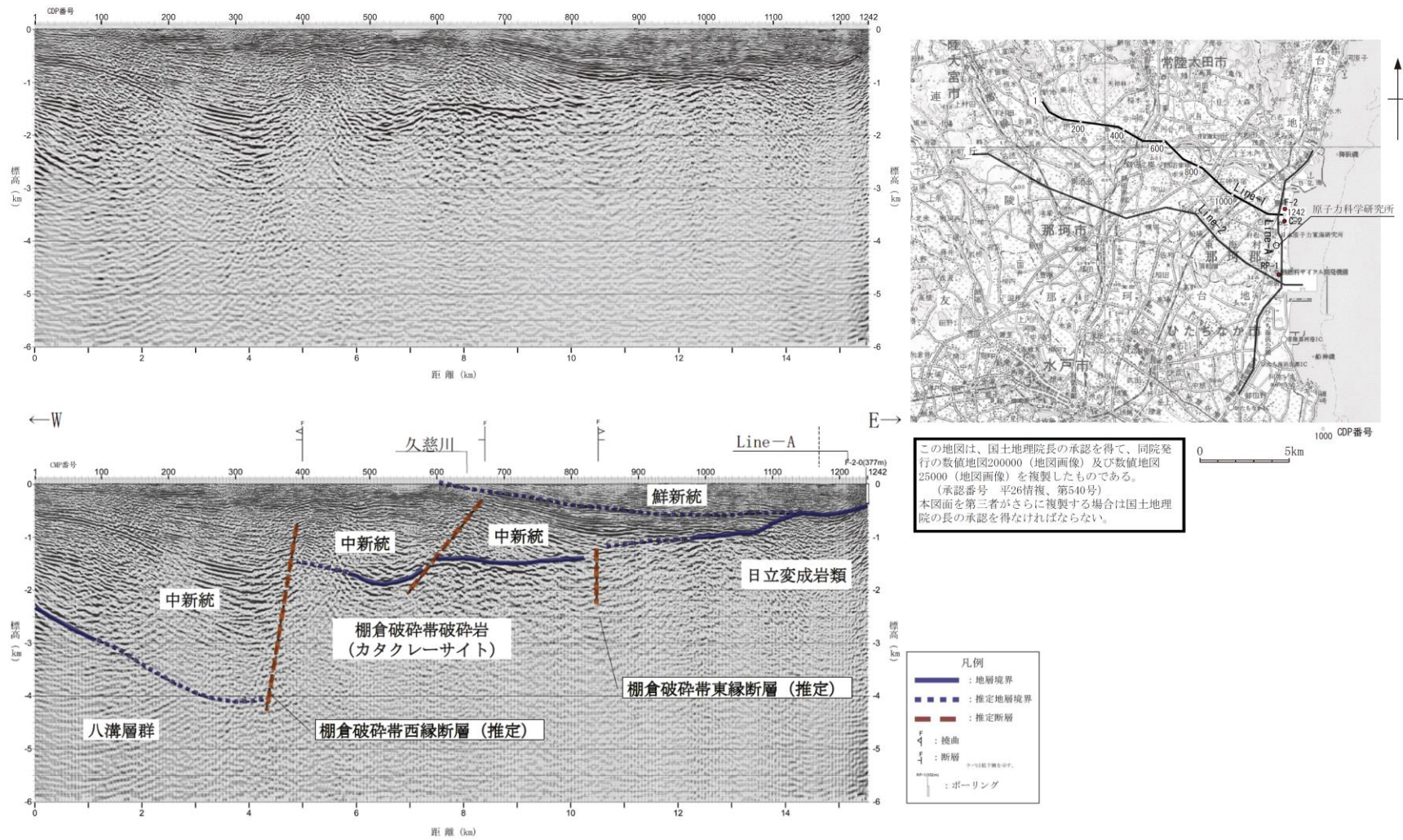


約5km以浅の重力異常分布図※

※重力異常分布から、別途算出した約5km以深の重力分布を差し引いて求めた。



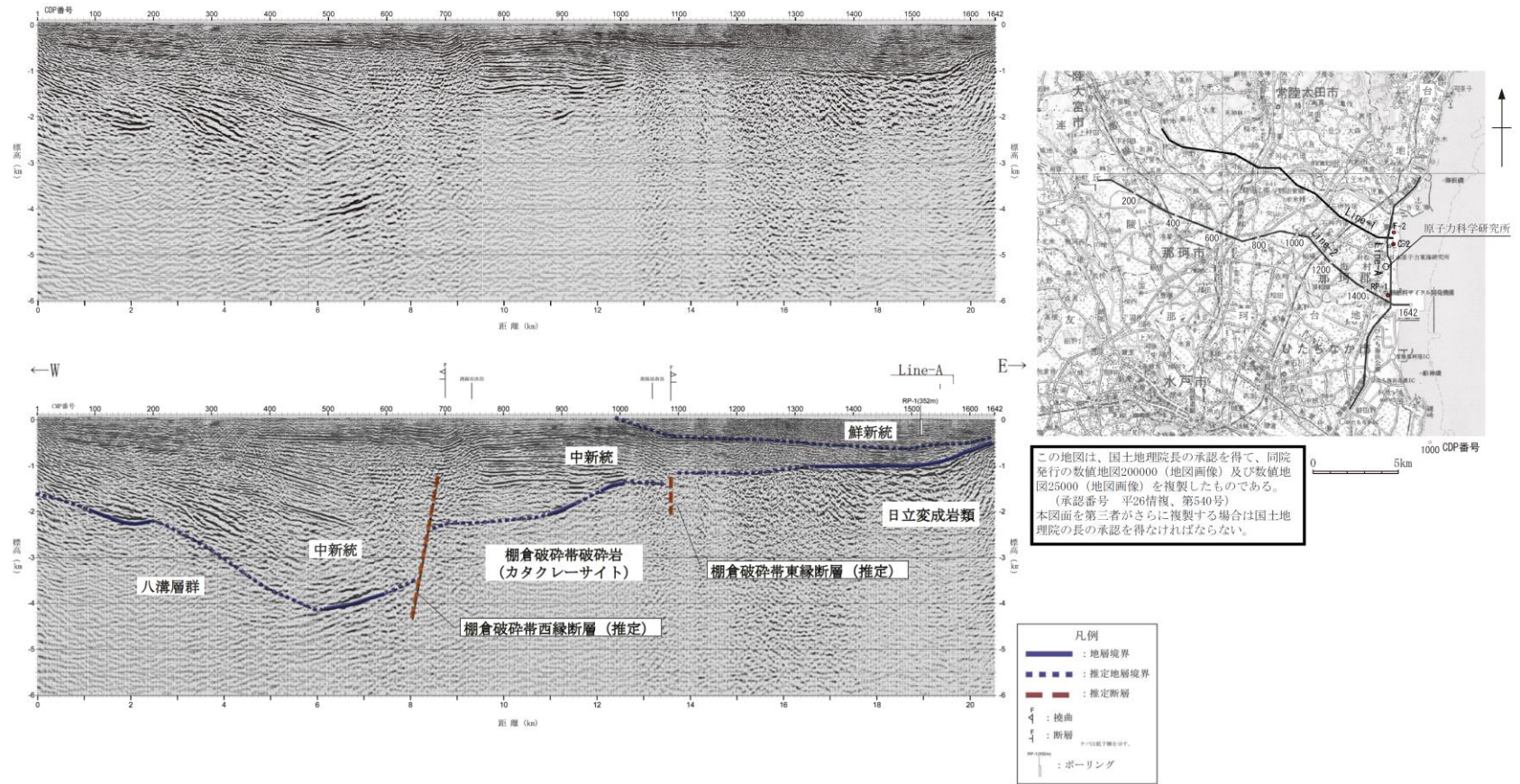
第 3.2.6 図(1) 敷地周辺の重力異常図及び反射法地震探査測線位置図



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。  
 （承認番号 平26情復、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。

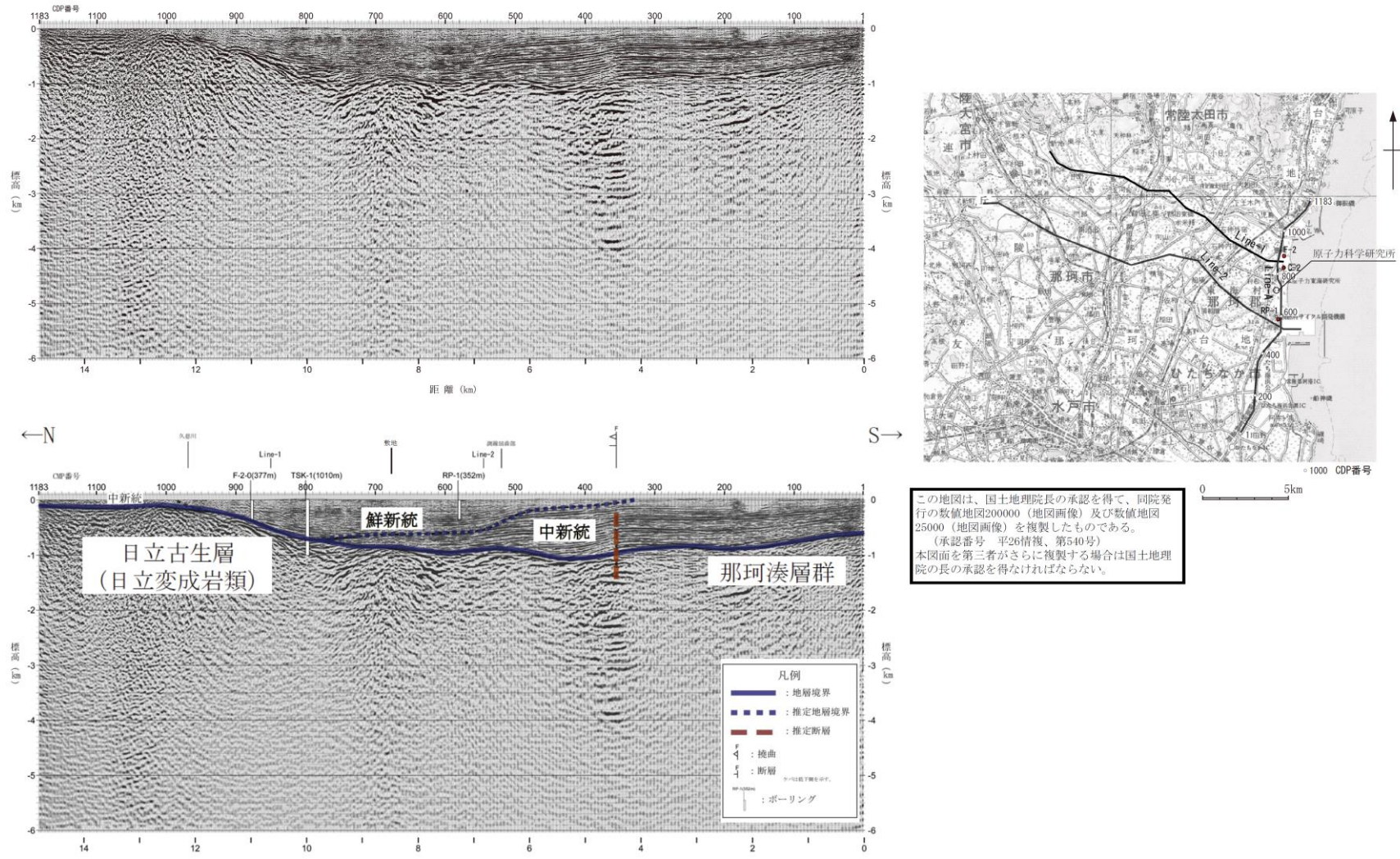
- 凡例
- : 地層境界
  - - - : 推定地層境界
  - - - : 推定断層
  - ∩ : 拗曲
  - ⊥ : 断層
  - : ボーリング

第 3.2.6 図(2) 反射法地震探査解釈図 (Line-1)



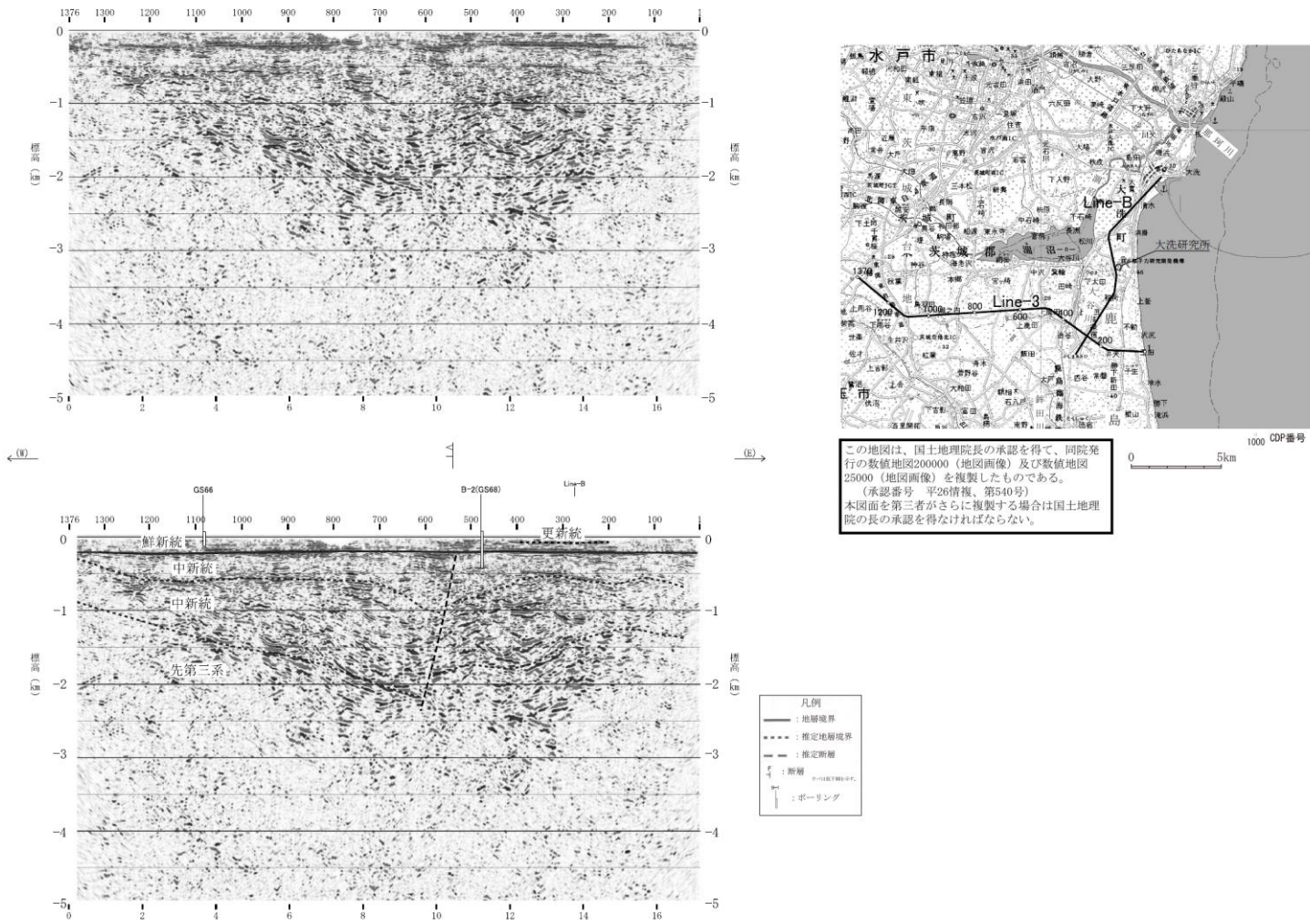
第 3.2.6 図(3) 反射法地震探査解釈図 (Line-2)



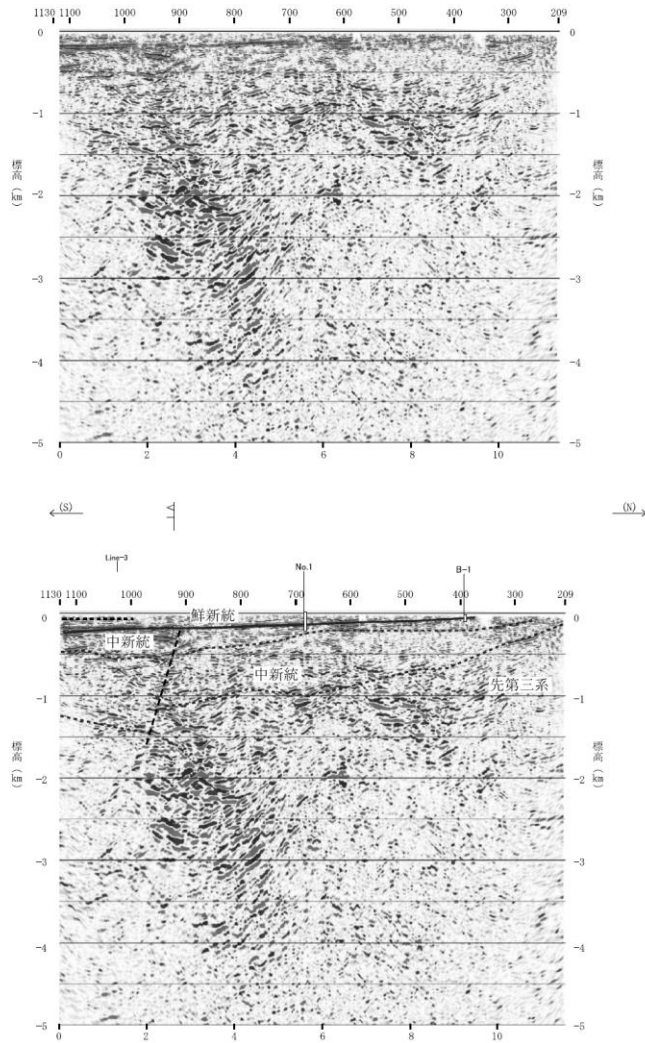


この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。  
 （承認番号 平26情複、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院長の承認を得なければならない。

第 3. 2. 6 図(4) 反射法地震探査解釈図 (Line-A)

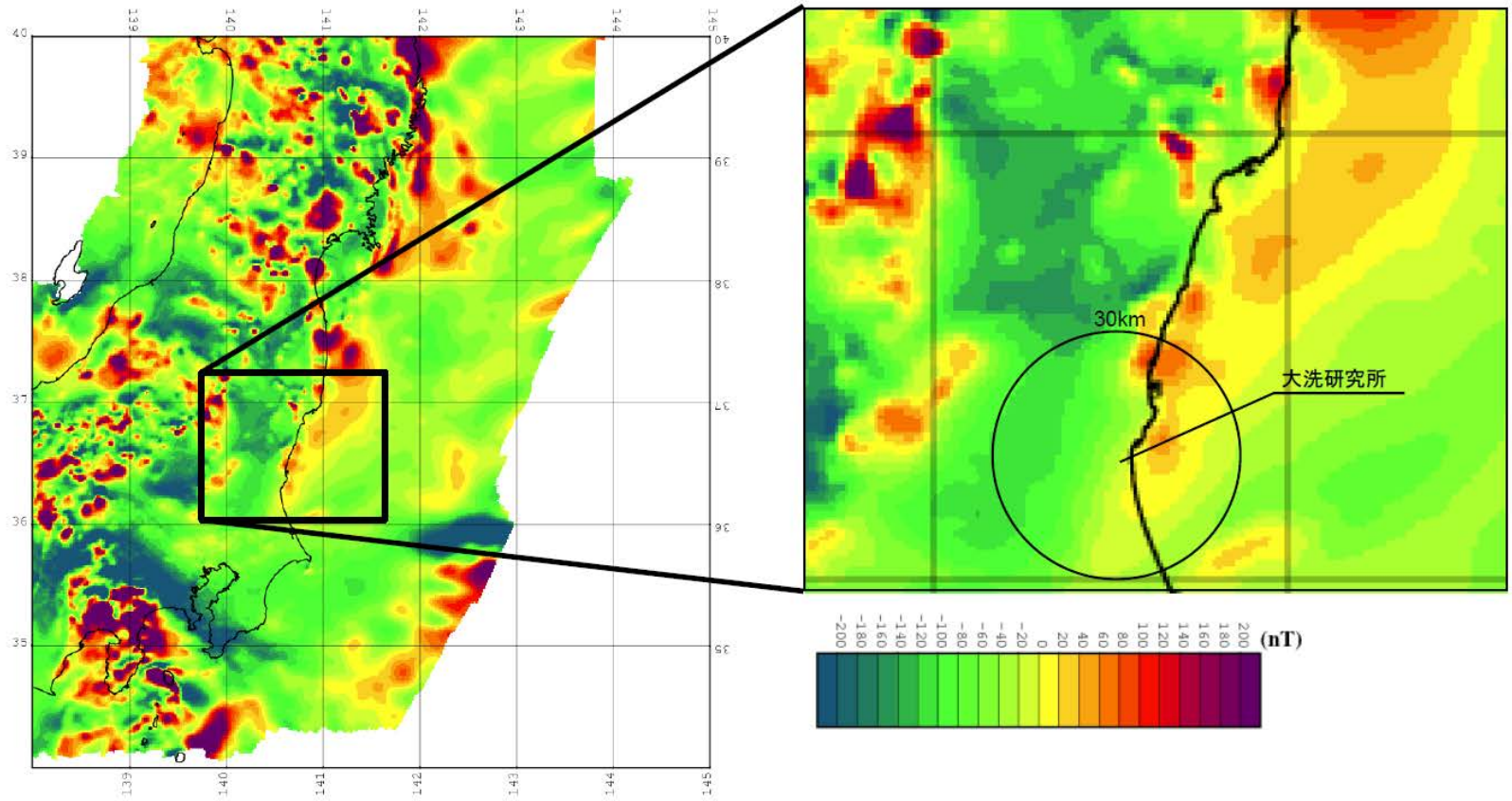


第 3. 2. 6 図(5) 反射法地震探査解釈図 (Line-3)



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。  
 （承認番号 平26情復、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院長の承認を得なければならない。

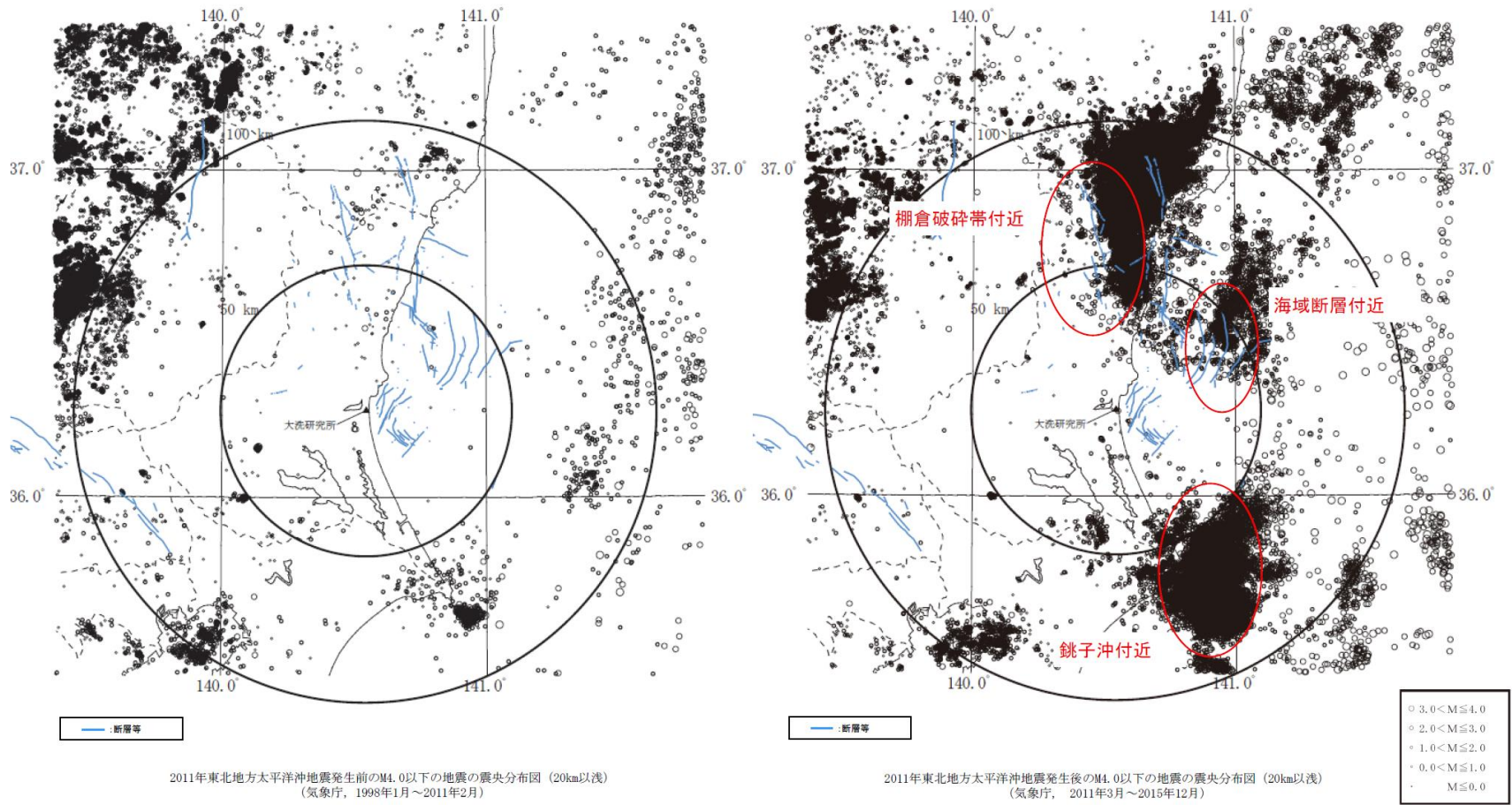
第 3. 2. 6 図(6) 反射法地震探査解釈図 (Line-B)



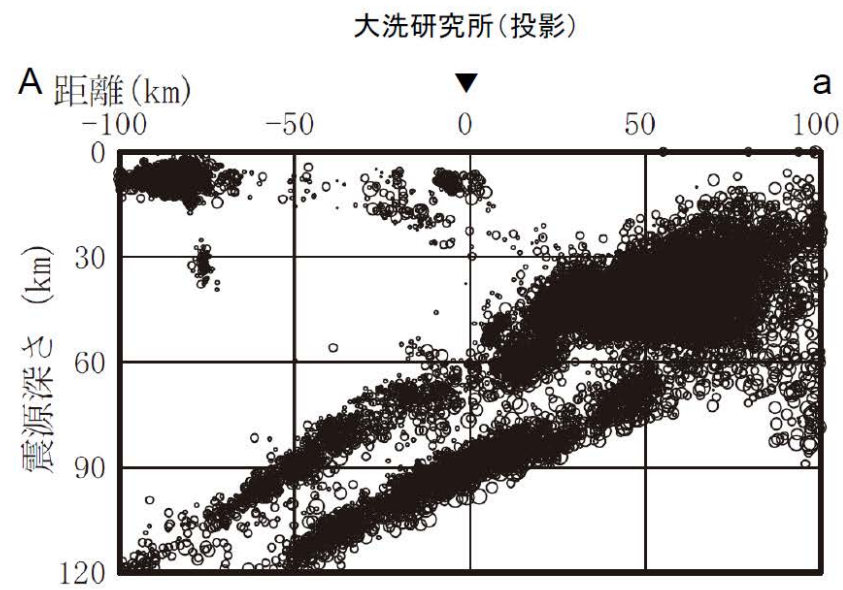
磁気異常分布図

中塚・大熊「日本空中磁気DB による対地 1,500m 平滑面での磁気異常分布データの編集」(2009)に加筆

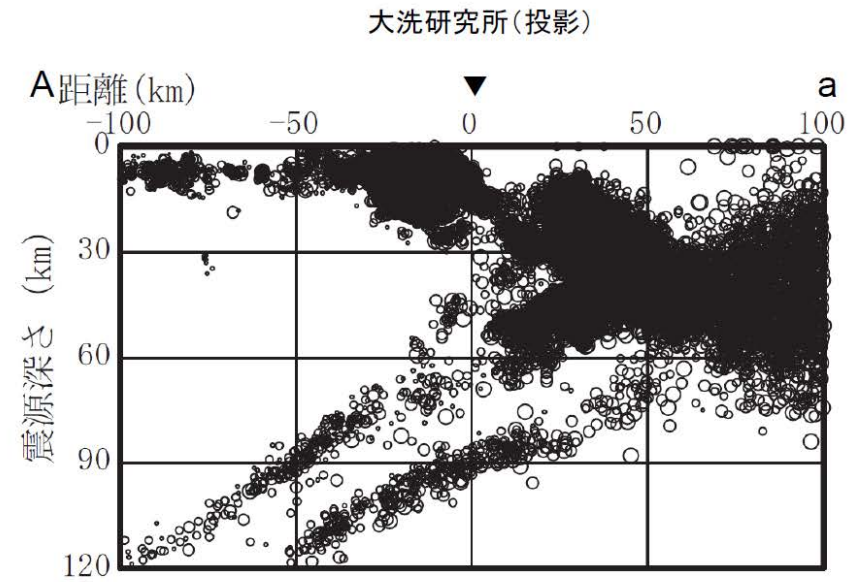
第 3. 2. 7 図 敷地周辺の磁気異常図



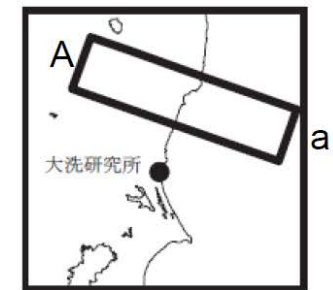
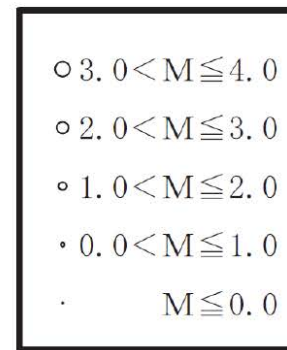
第 3.2.8 図 (1) 敷地周辺の微小地震分布図（深度 20km 以浅）



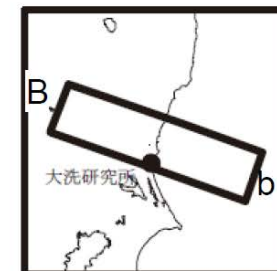
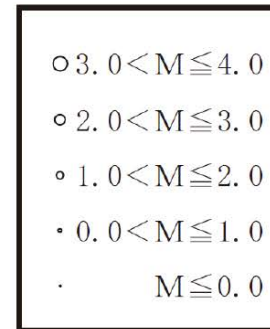
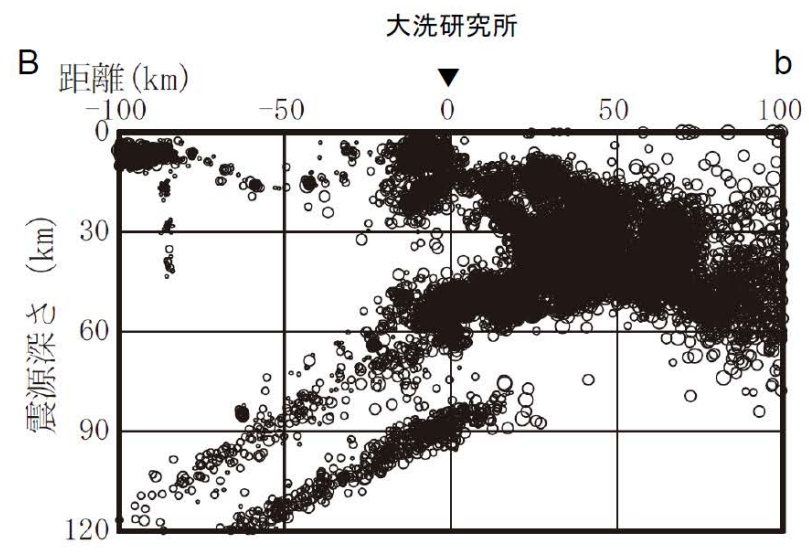
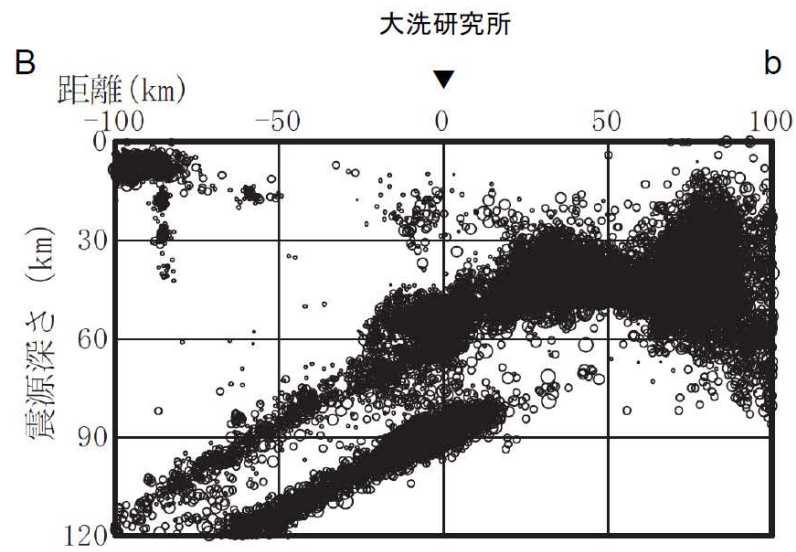
(気象庁, 1998年1月~2011年2月)



(気象庁, 2011年3月~2015年12月)



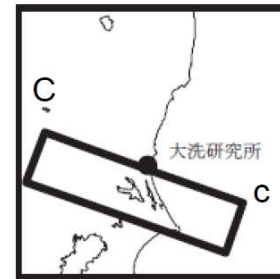
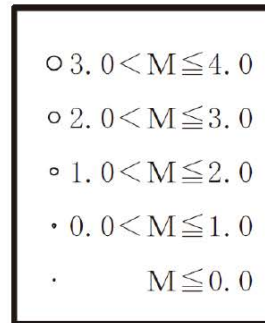
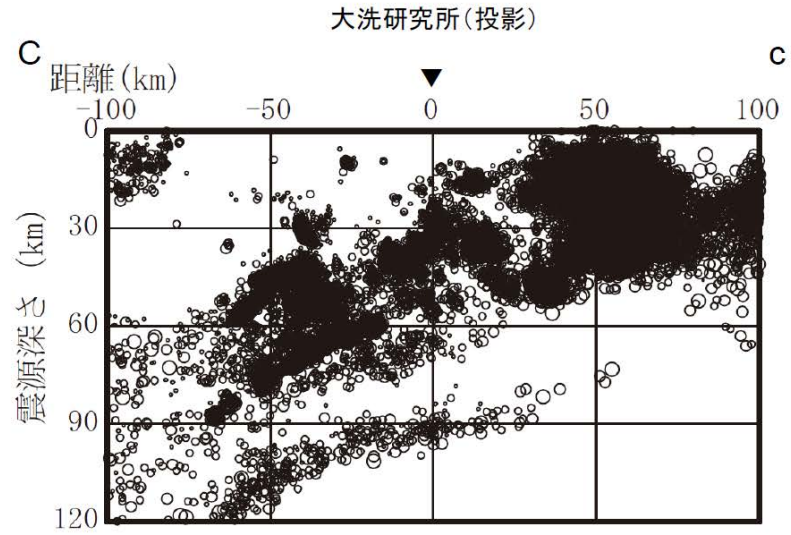
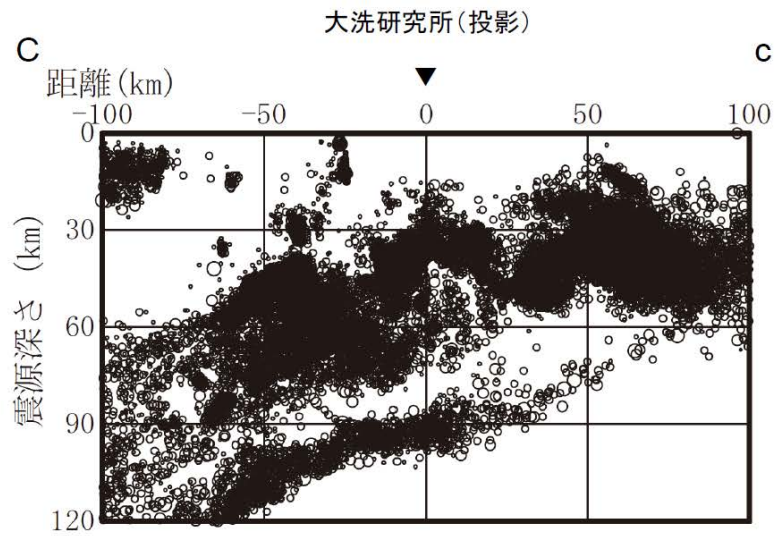
第 3. 2. 8 図 (2) 敷地周辺の微小地震分布図 (A-a 断面)



(気象庁, 1998年1月~2011年2月)

(気象庁, 2011年3月~2015年12月)

第 3. 2. 8 図 (3) 敷地周辺の微小地震分布図 (B-b 断面)

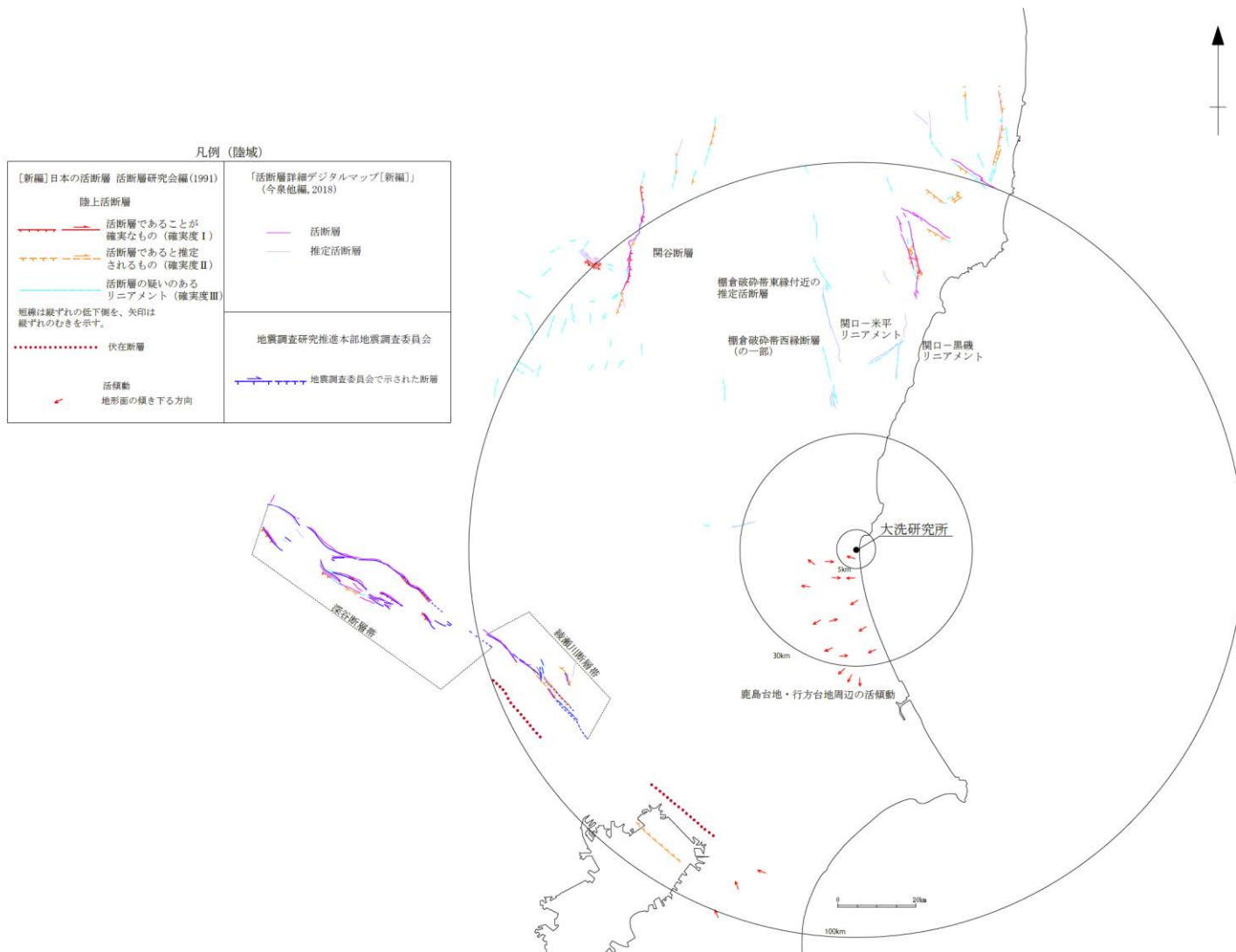


(気象庁, 1998年1月~2011年2月)

(気象庁, 2011年3月~2015年12月)

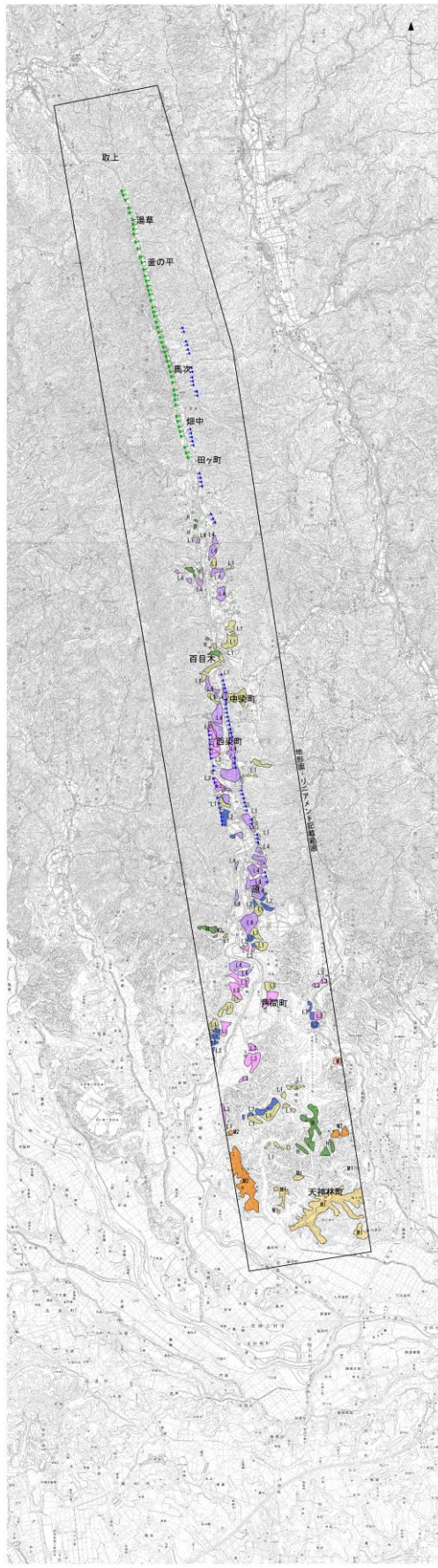
第 3. 2. 8 図 (4) 敷地周辺の微小地震分布図 (C-c 断面)





第 3. 2. 9 図 文献による敷地周辺の主な断層分布図





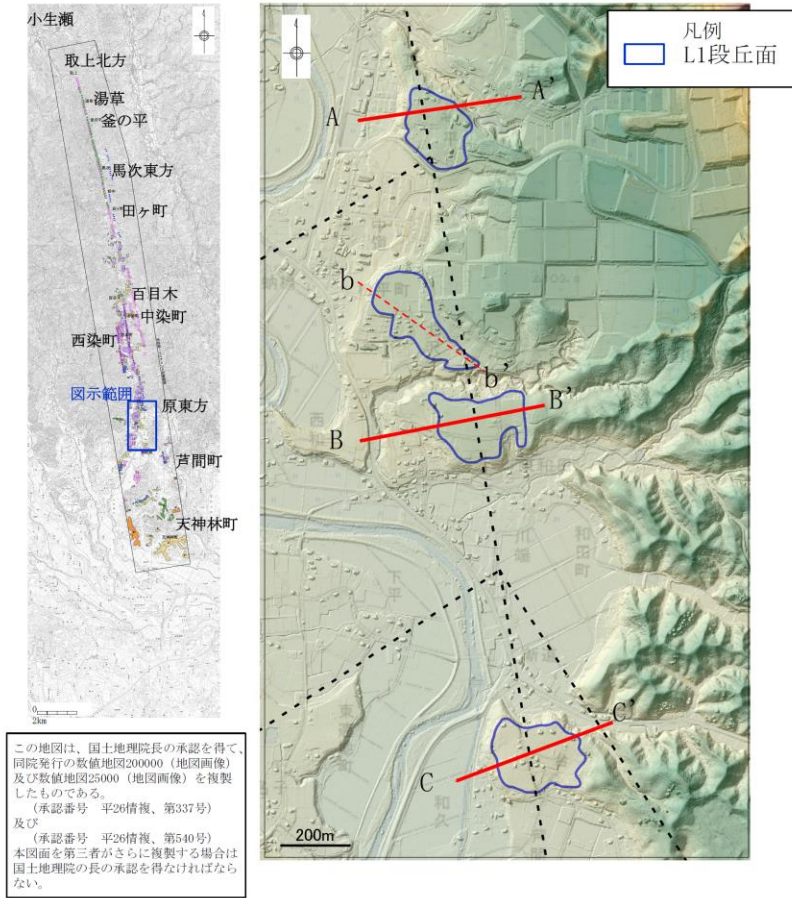
この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の  
 数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）  
 を複製したものである。  
 （承認番号 平26情復、第337号）及び  
 （承認番号 平26情復、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の  
 承認を得なければならない。

第 3. 2. 11 図 棚倉破碎帯西縁断層（の一部）周辺の変動地形学的調査結果

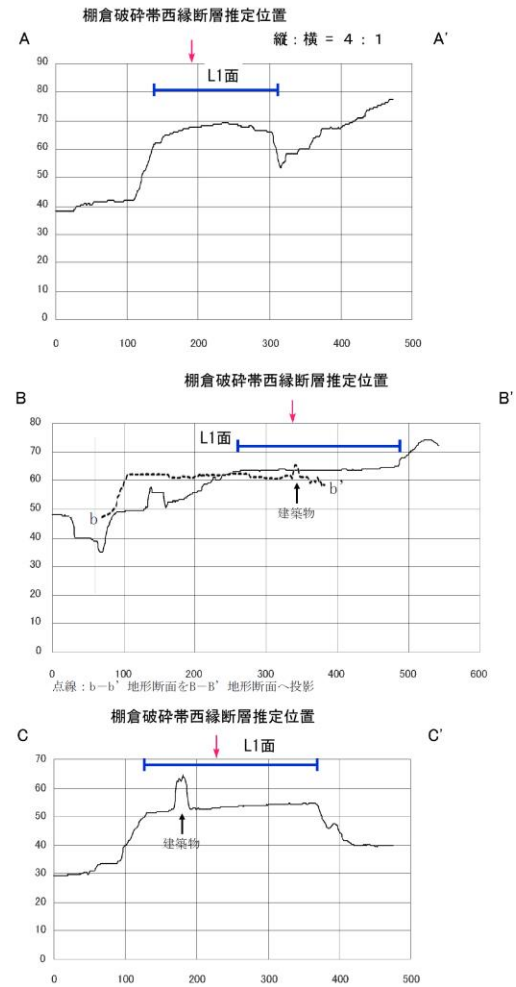


第 3. 2. 12 図 棚倉破砕帯西縁断層 (の一部) 周辺の接峰面図

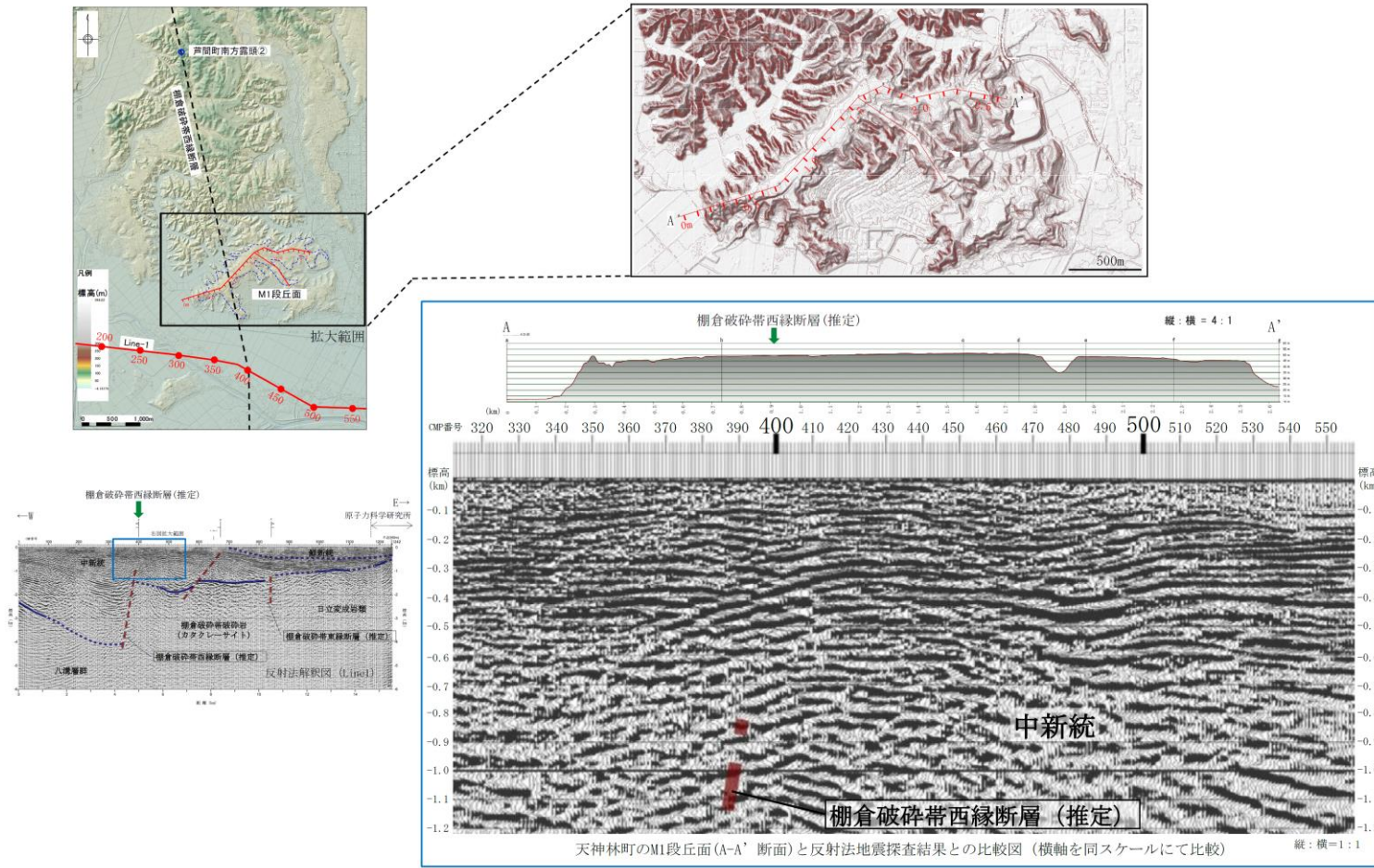




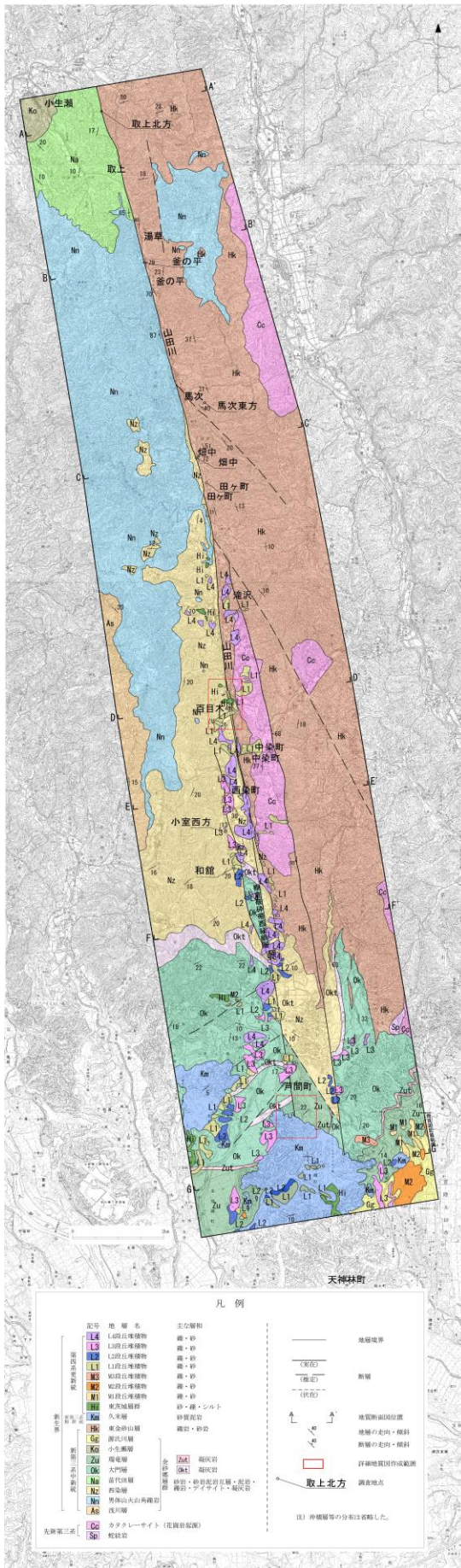
地形断面(1mメッシュDEMより作成)



第 3. 2. 14 図 原東方付近の L 1 段丘面上の地形断面図



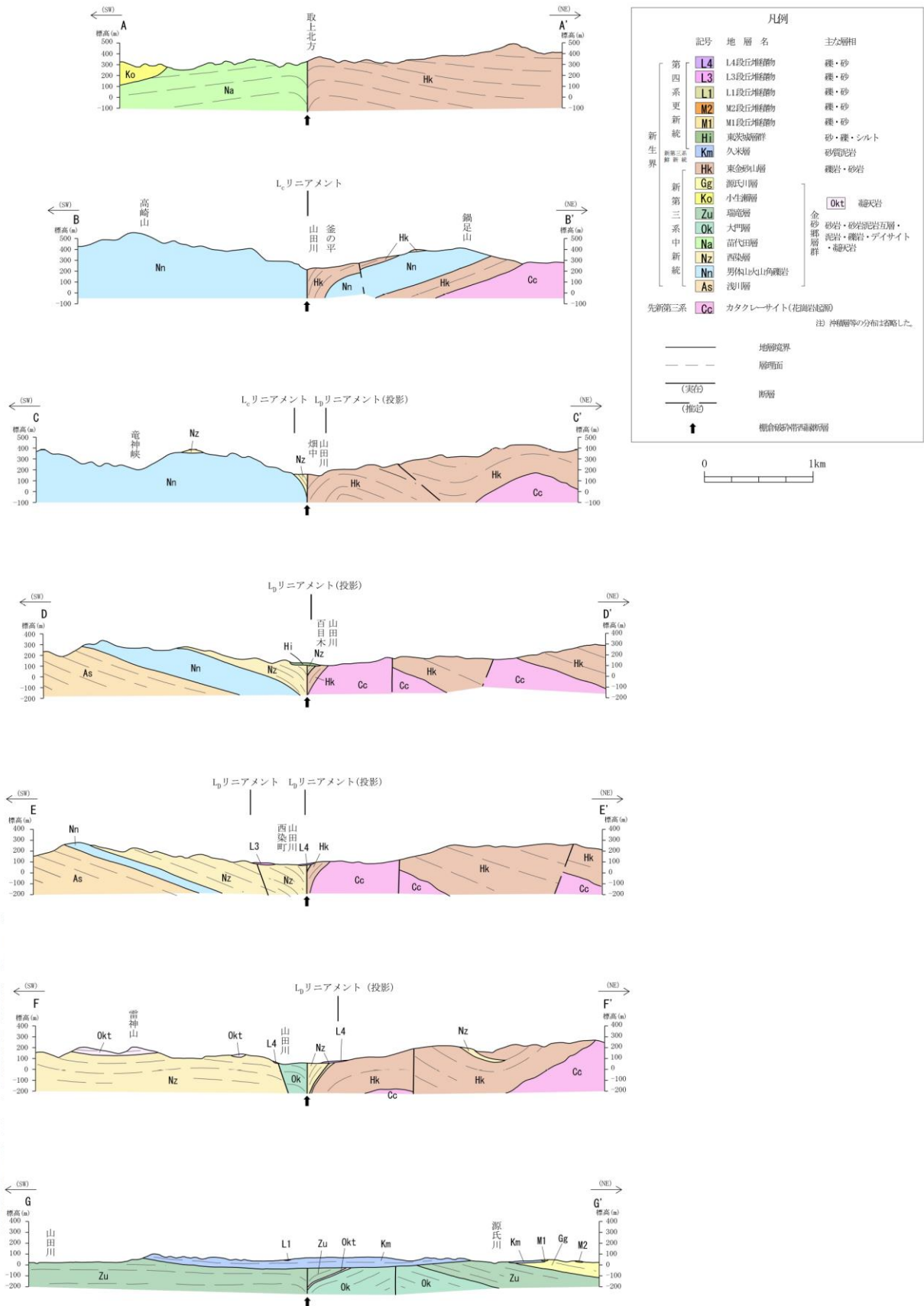
第 3.2.15 図 天神林町付近のM1段丘面の断面図



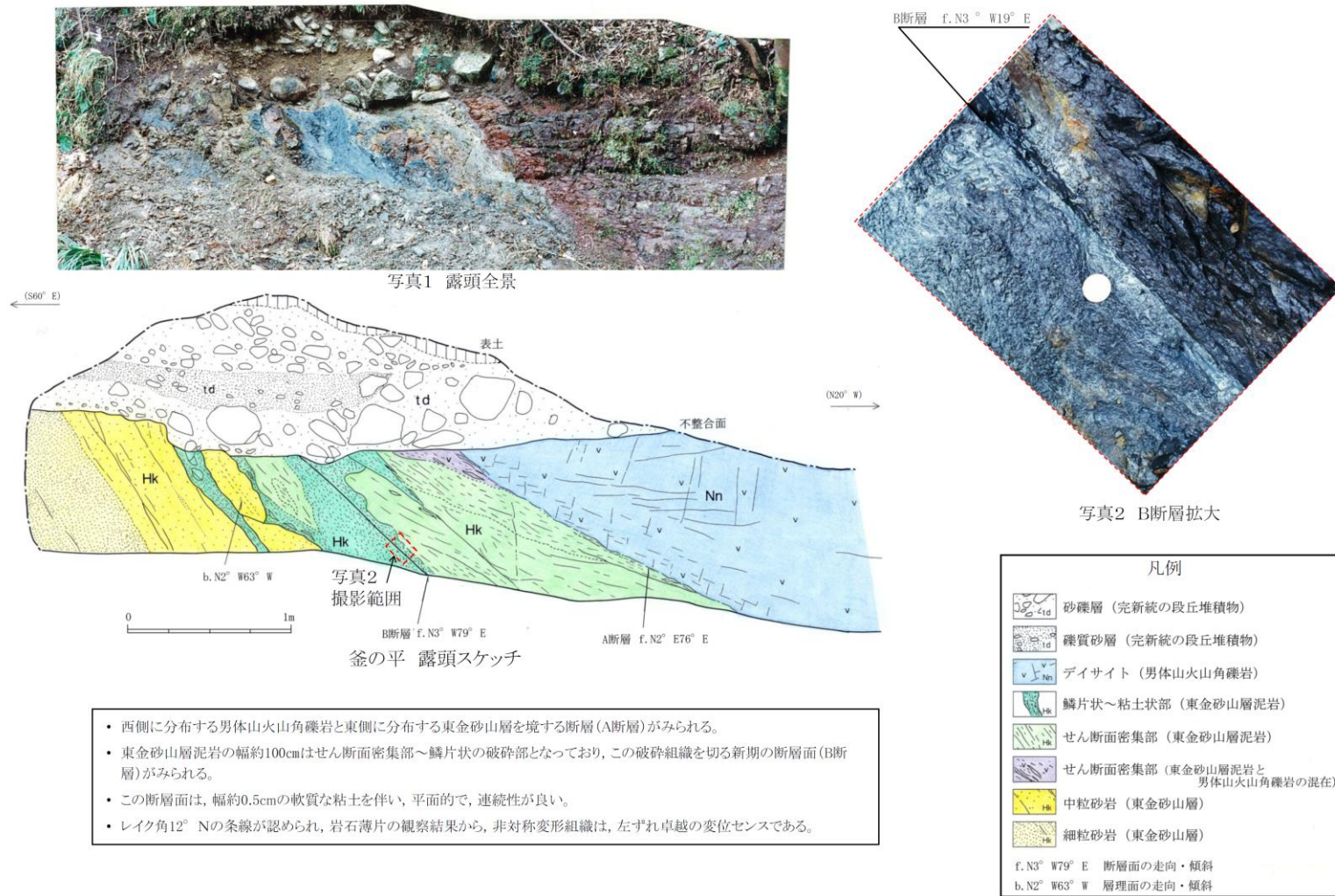
この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の  
 数値地図 200000 (地図画像) 及び数値地図 25000  
 (地図画像) を複製したものである。  
 (承認番号 平 26 情復、第 337 号) 及び  
 (承認番号 平 26 情復、第 540 号)  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院  
 の長の承認を得なければならない。

第 3.2.16 図 棚倉破碎帯西縁断層 (の一部) 周辺の地質図

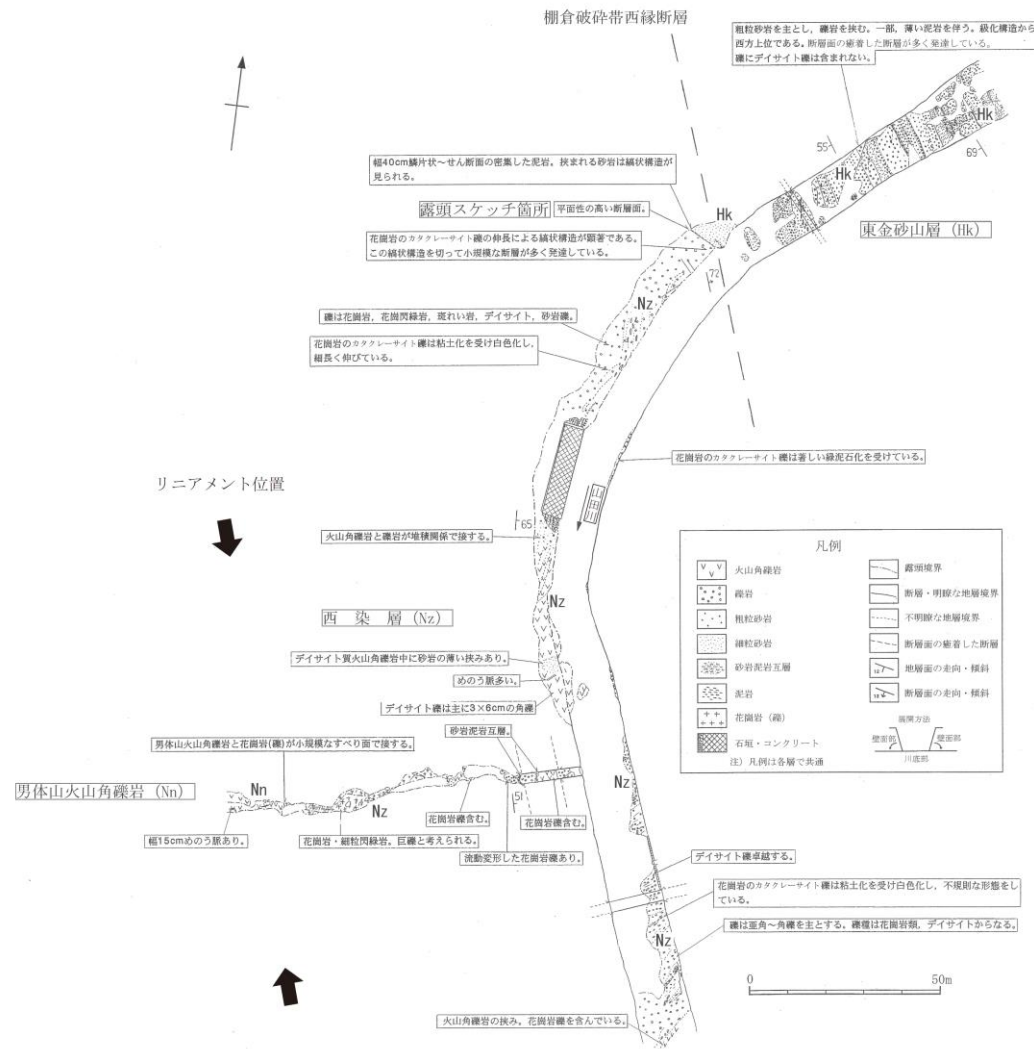




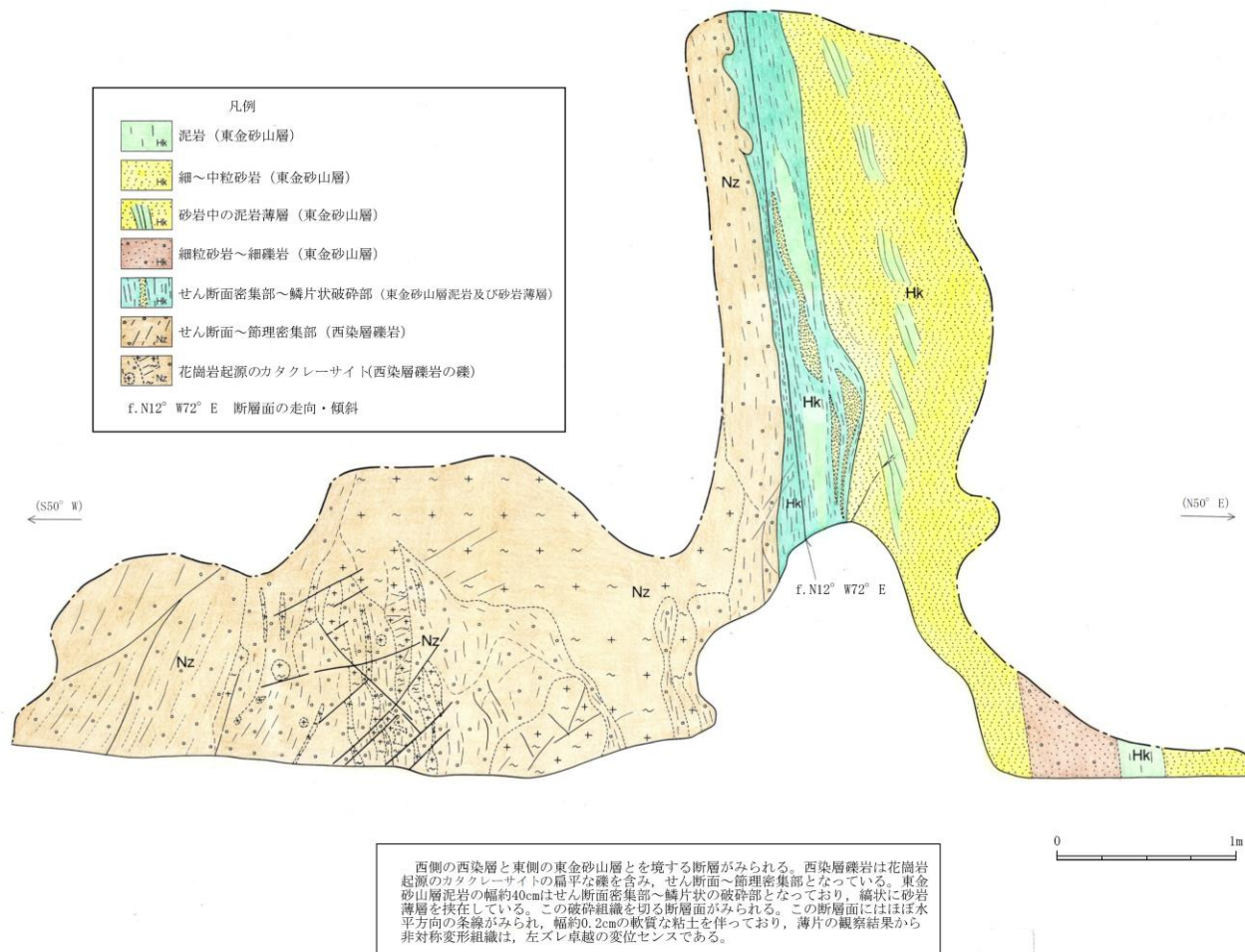
第 3. 2. 17 図 棚倉破砕帯西縁断層 (の一部) 周辺の地質断面図



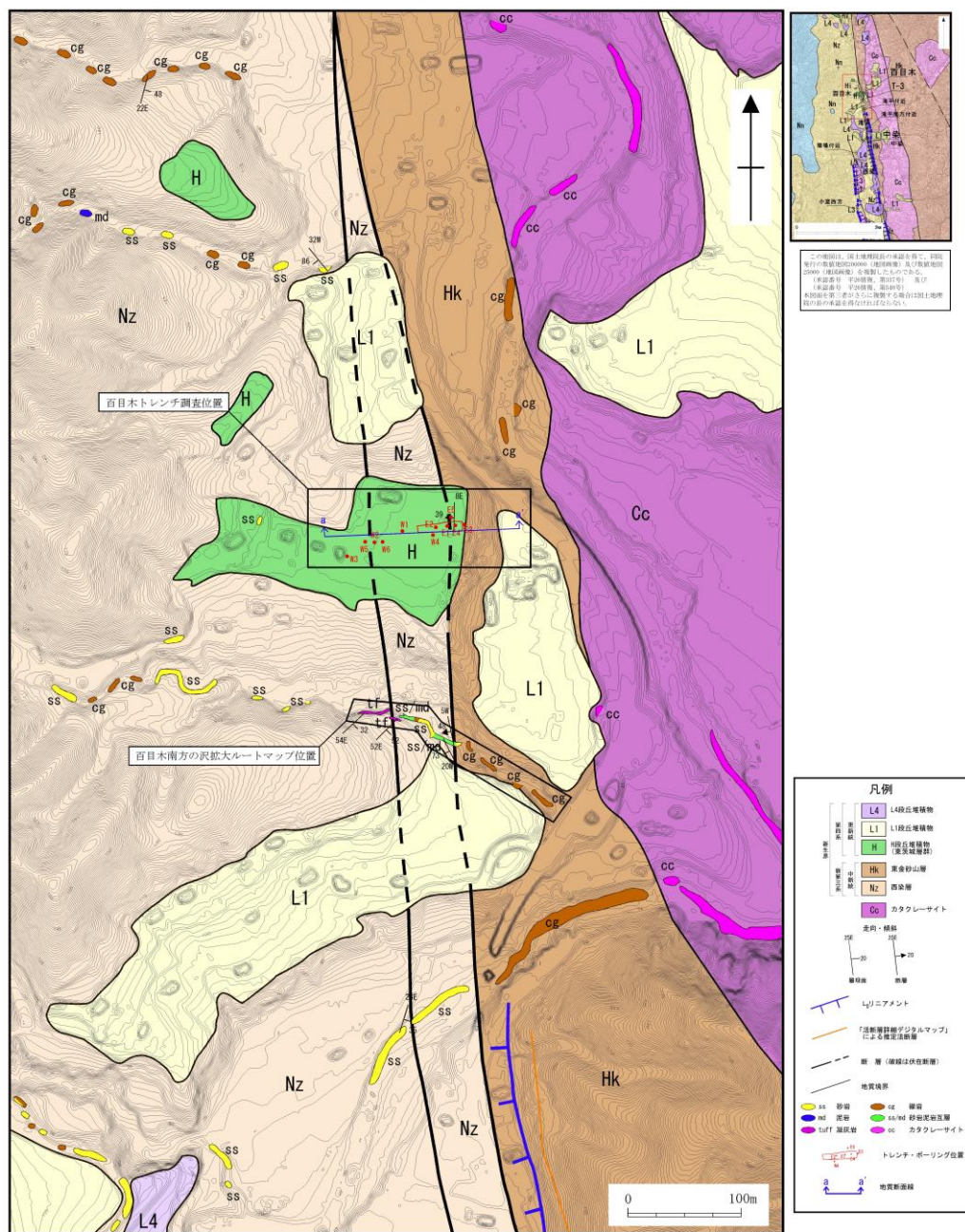
第 3.2.18 図 露頭スケッチ (釜の平)



第 3.2.19 図 畑中西方の拡大ルートマップ

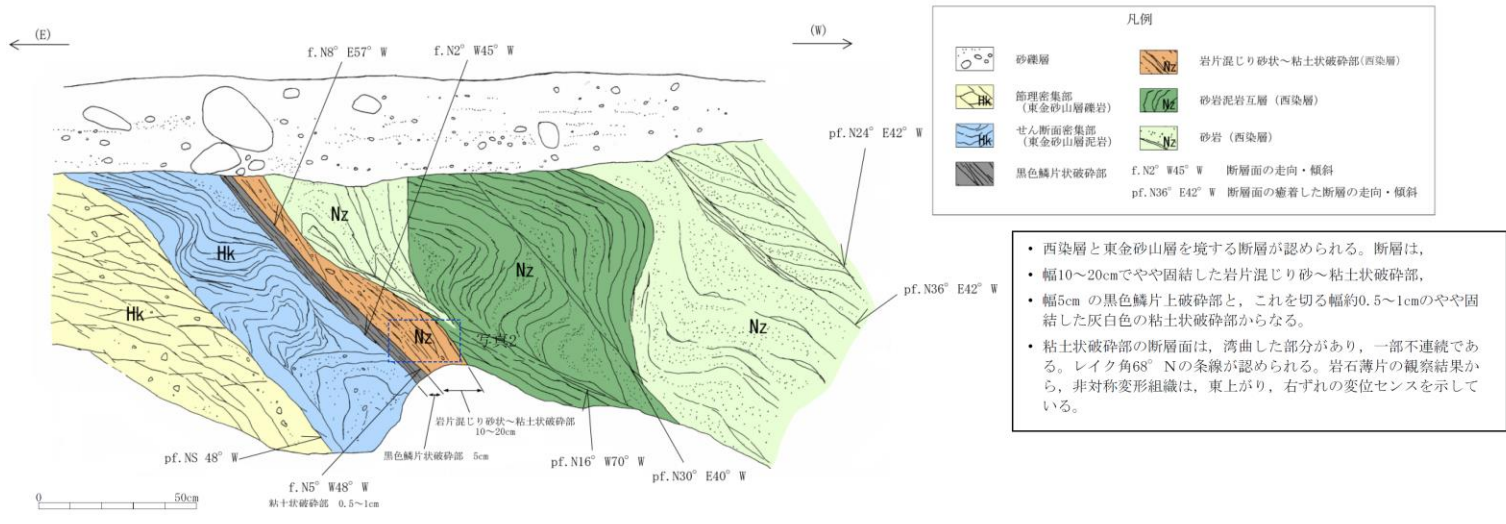
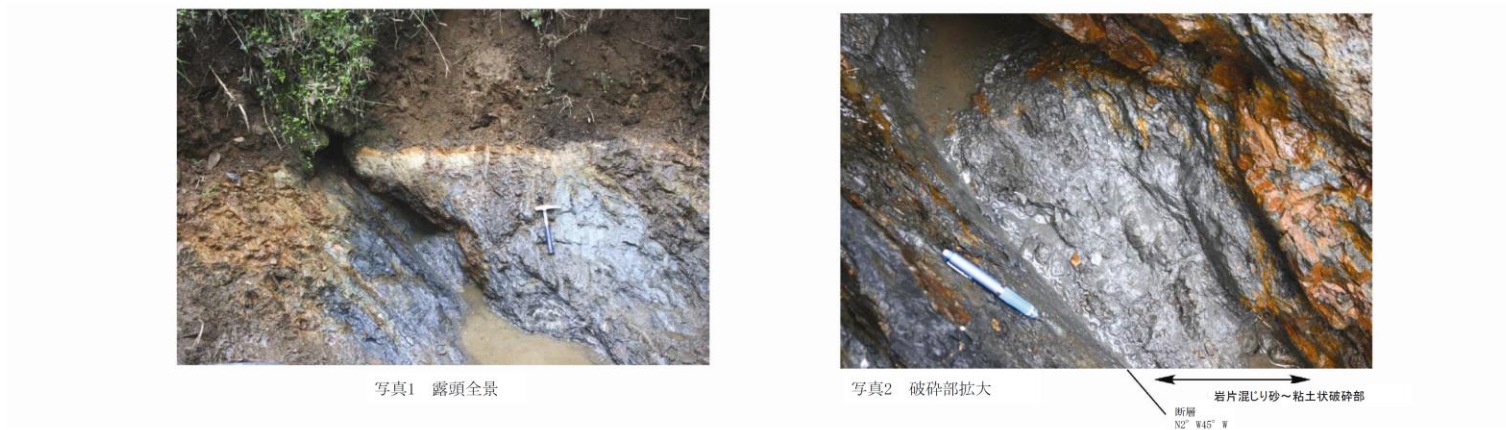


第 3. 2. 20 図 露頭スケッチ (畑中)

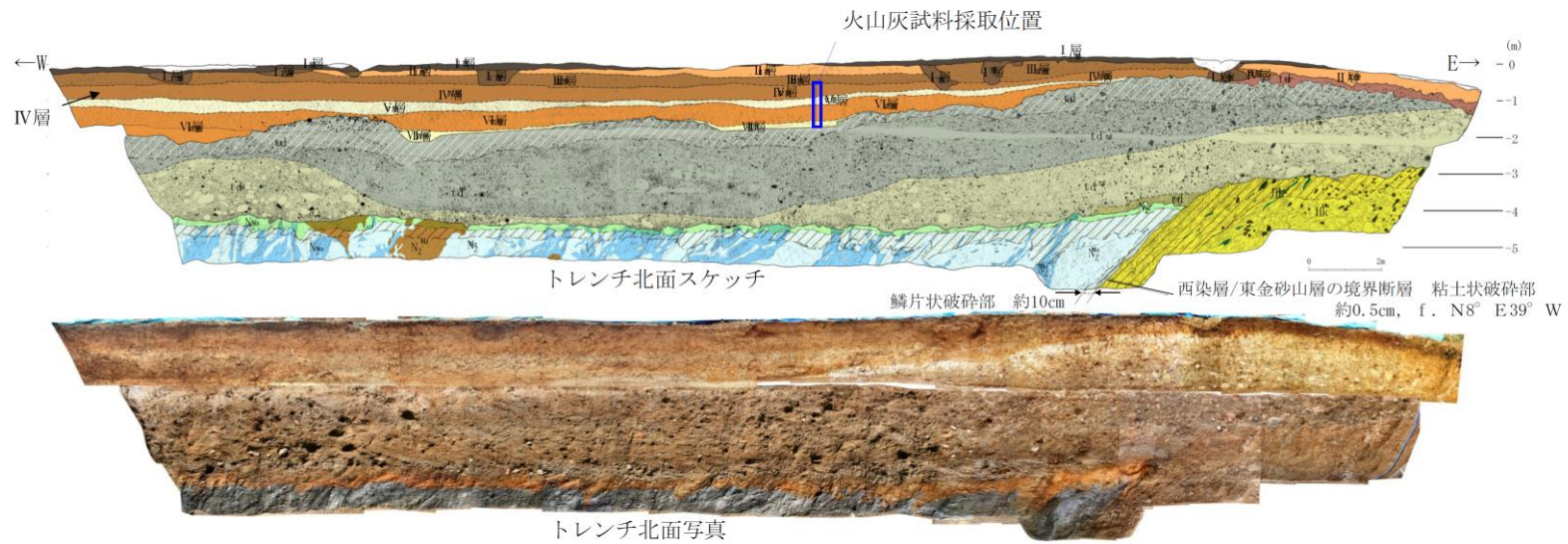


第 3.2.21 図 百目木付近の地質図





第3.2.23 図 露頭スケッチ (T-3)



- 東金山層と西染層の境界に西側傾斜の断層が認められ、その上位の段丘堆積物に変位・変形を与えていない。
- 断層は、幅約10cmでやや固結した鱗片状破砕部と、これを切る幅約0.5cm未満でやや固結した粘土状破砕部からなる。粘土状破砕部の断層面には湾曲した部分があり、一部は不連続である。レイク角45° Sの条線が認められる。
- 本段丘堆積物は主にくさり礫化している礫からなり、下部にK-Tz（鬼界葛原テフラ、約9.5万年前）を含む風化火山灰層（IV層）に覆われていることから、高位段丘堆積物（td）と判断される。

凡例

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 盛土・埋土（掘削工事による土砂）         | td  |
| I層（耕作土）：暗褐色砂質ローム         | td' |
| I'層：II層起源の高礫混じり砂質ローム     | td  |
| II層：純い黄褐色砂質ローム           | td  |
| III層：褐色細礫～粗粒砂混じり砂質ローム    | td  |
| IV層：黄褐色砂混じり粘土質ローム        | Nz  |
| V層：灰白（～明黄褐）色砂混じり粘土質ローム   | td  |
| VI層：明黄褐（～灰白）色砂混じり粘土質ローム  | Nz  |
| VII層：灰白（～明黄褐）色砂混じり粘土質ローム | Nz  |
|                          | Nz  |
|                          | Hk  |
|                          | Hk  |

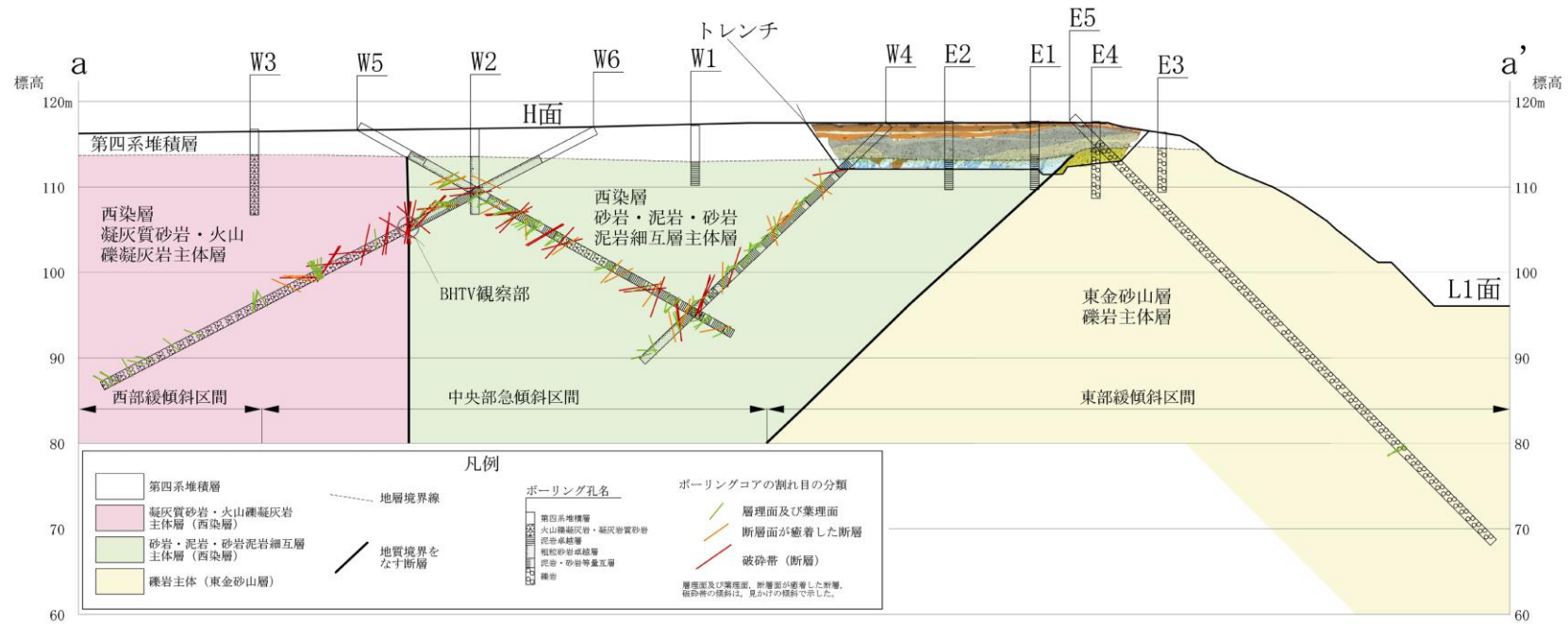
  

|         |      |             |
|---------|------|-------------|
| 比較的新鮮な礫 | 泥岩礫  | 火山灰分析試料採取位置 |
| 腐り礫     | 花崗岩礫 |             |

f. N8° E39° W 断層面の走向・傾斜

第 3.2.24 図 トレンチスケッチ（百目木）





西部緩傾斜区間 (H面分布域)

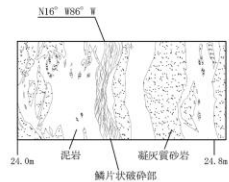
西染層の硬質な凝灰質砂岩・火山礫凝灰岩主体層からなり、構造は、走向NE-SWで南東へ緩傾斜を示す。

中央部急傾斜区間 (H面分布域)

西染層の凝灰質砂岩・火山礫凝灰岩主体層と砂岩、泥岩、砂岩泥岩互層主体層からなり、両者は断層で接している。構造は、全体に急傾斜を示し、走向の変化も大きい。断層は確認されるものの、断層面は湾曲しており、破砕部は固結している。また、これらの断層を切る新期の断層は認められない。

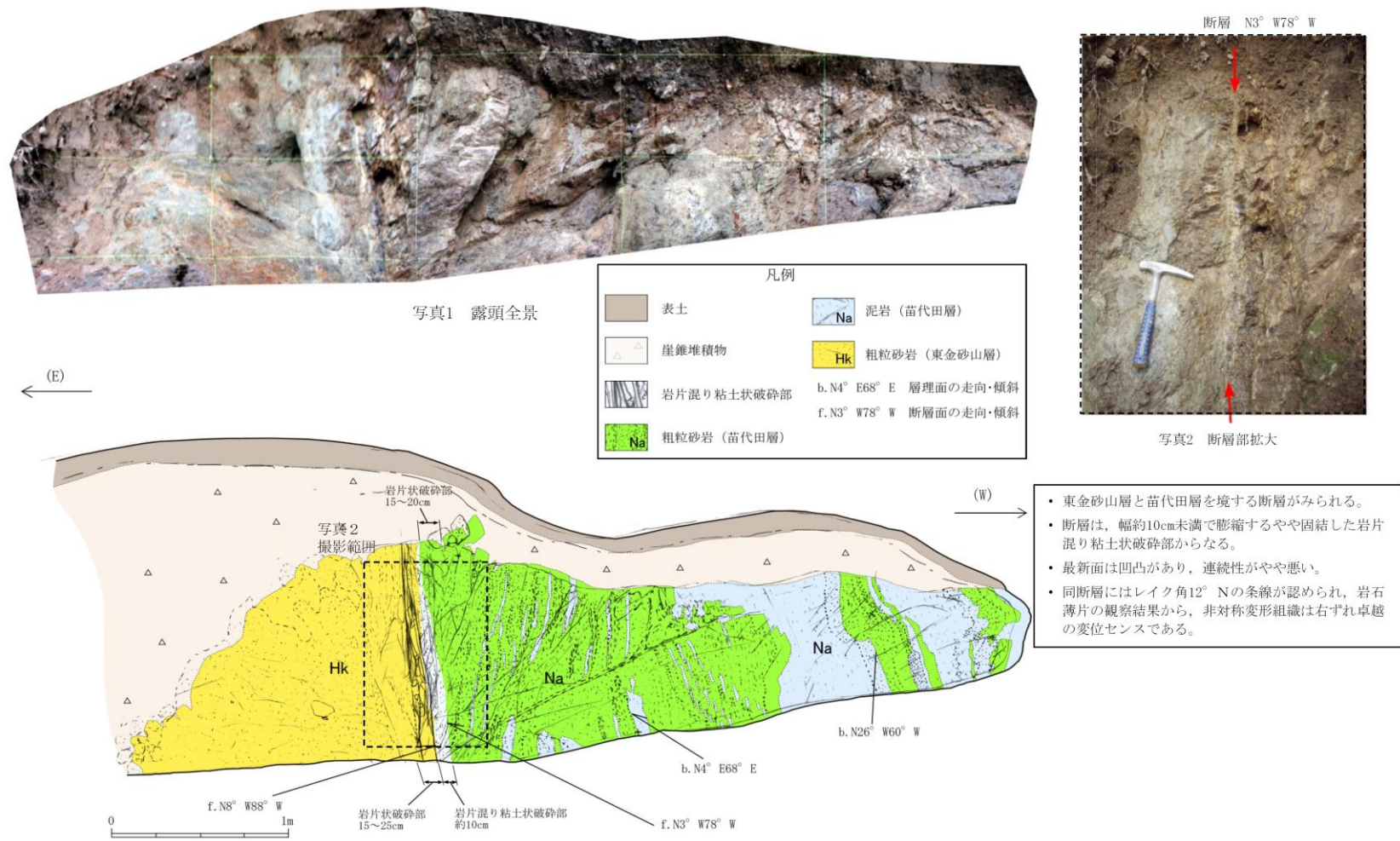
東部緩傾斜区間 (L1段丘面背後の段丘崖直下)

境界断層以東では、大小の亜円礫を含む東金砂山層礫岩主体層よりなり、構造はNNW-SSEの緩傾斜の西傾斜を示す。全体に、硬質であり、断層は認められない。



百目木南方の沢ルートマップの①露頭の延長と確定される箇所のBHTV (ボアホールテレビ) 断層面の方向はN16° W86° Eを示し、コア観察によれば、やや屈折した幅5m程度の鱗片状破砕部である。断層面は湾曲している。

第 3. 2. 25 図 百目木トレンチ付近の地質断面図

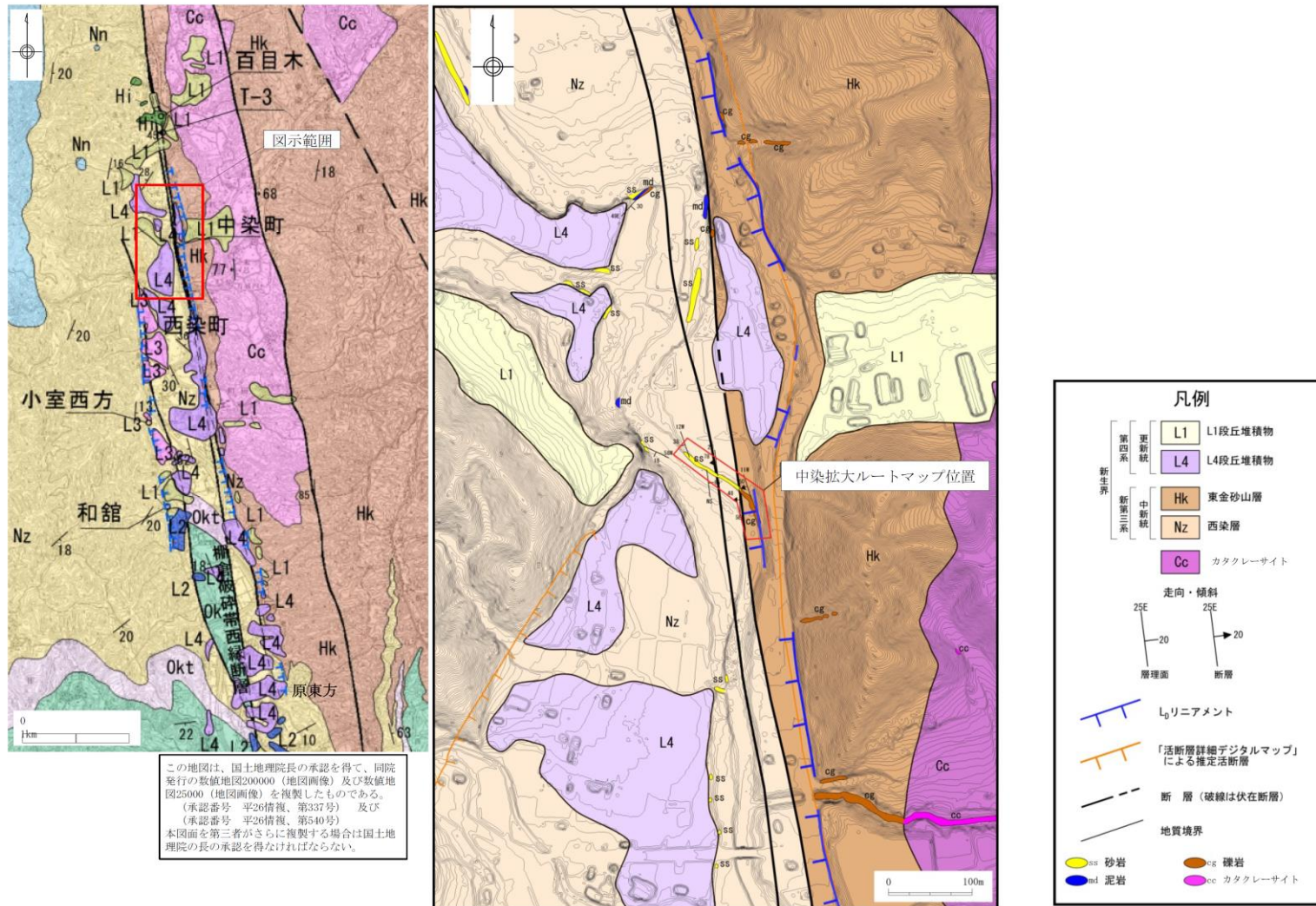


- 東金山層と苗代田層を境する断層がみられる。
- 断層は、幅約10cm未満で膨縮するやや固結した岩片混り粘土状破砕部からなる。
- 最新面は凹凸があり、連続性がやや悪い。
- 同断層にはレイク角12° Nの条線が認められ、岩石薄片の観察結果から、非対称変形組織は右ずれ卓越の変位センスである。

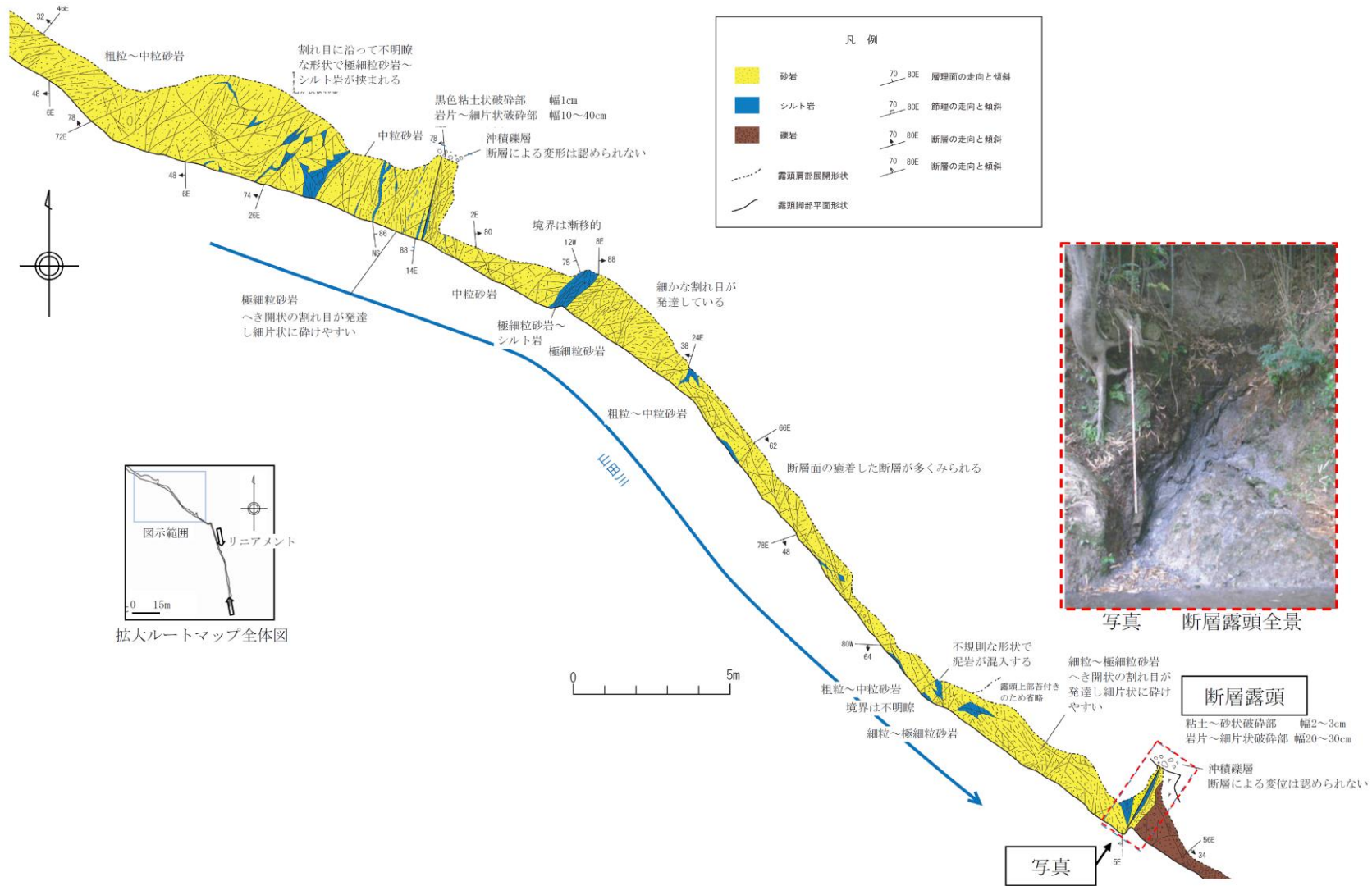
第 3. 2. 26 図 露頭スケッチ (取上北方)



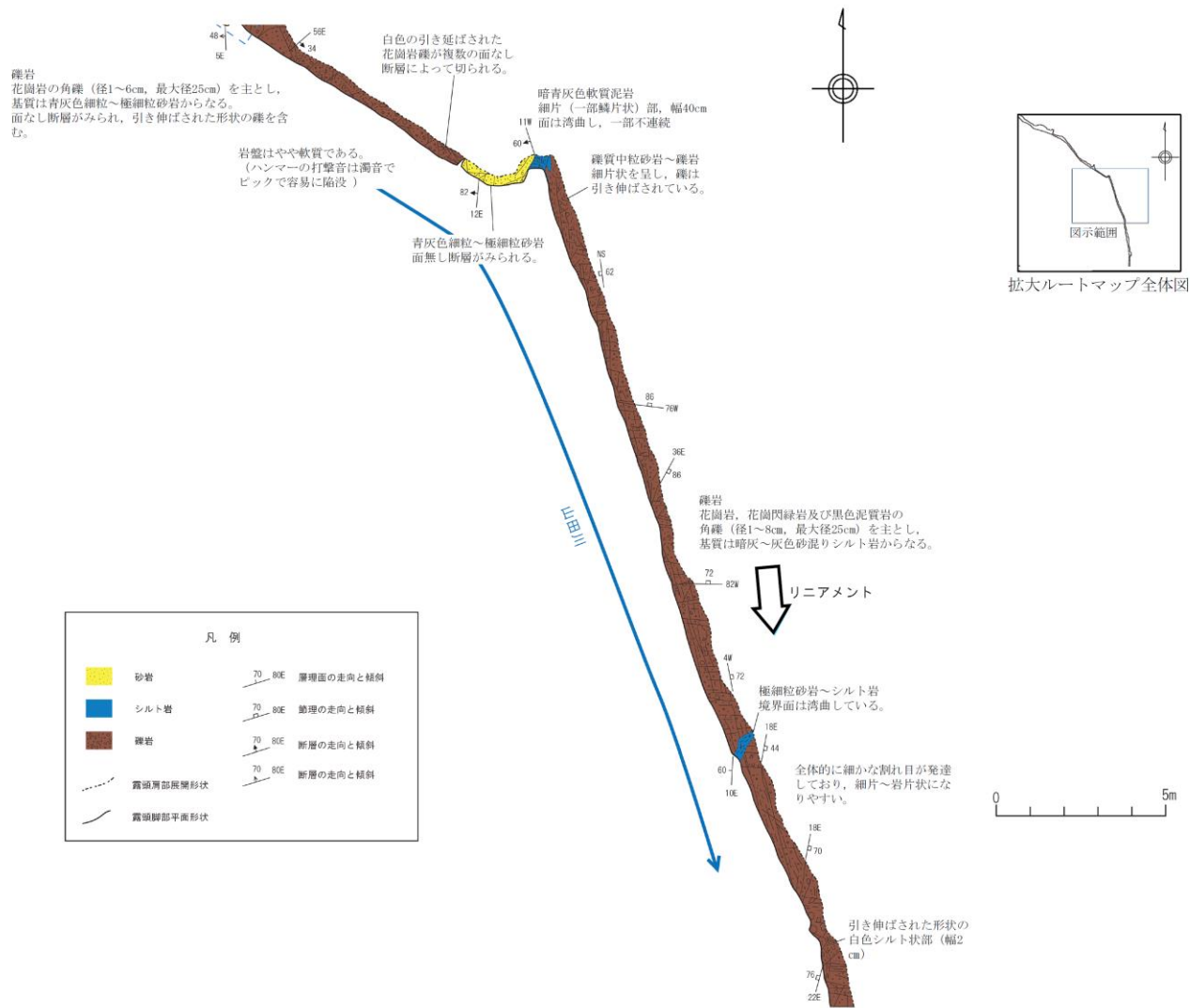




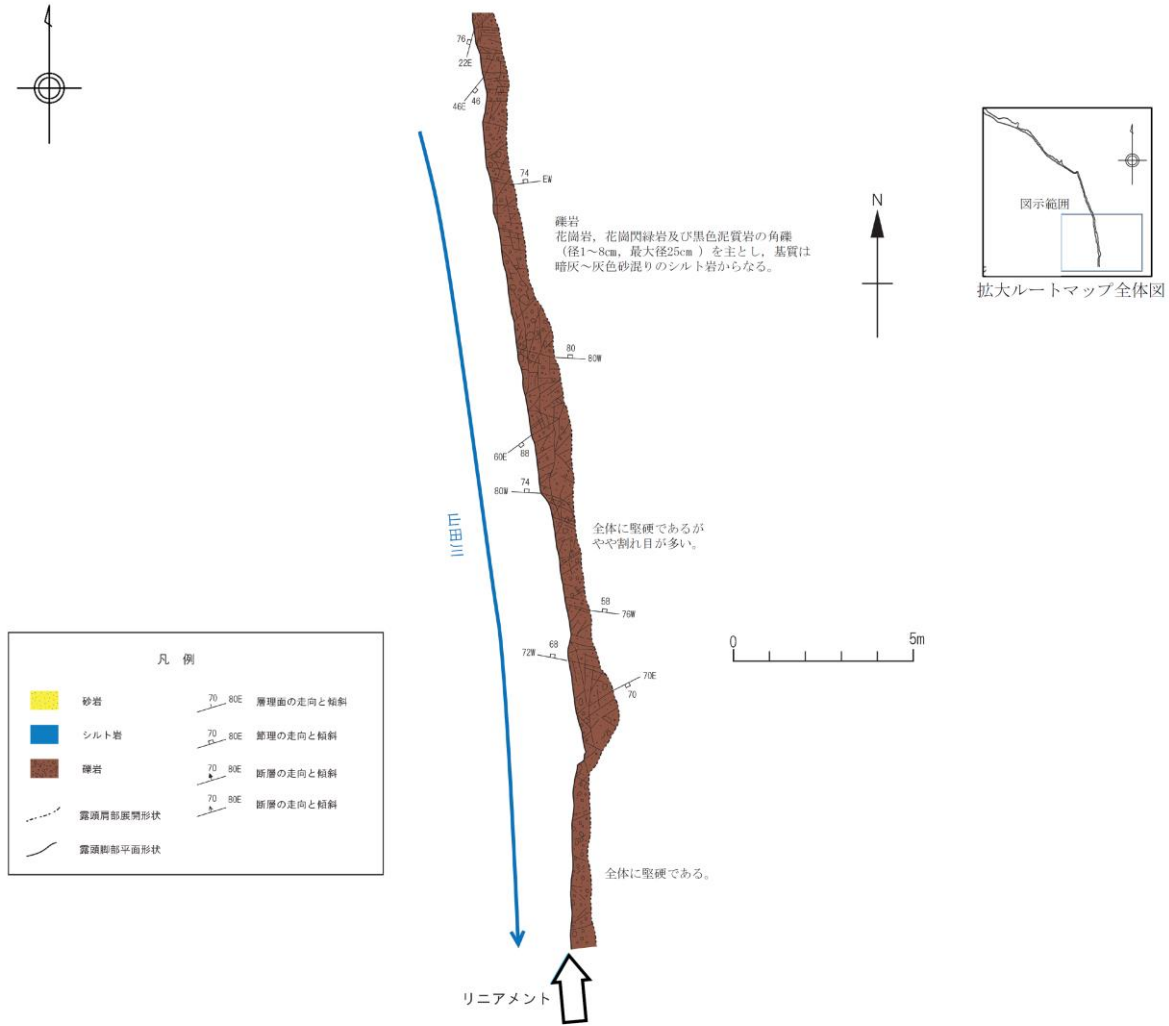
第 3. 2. 29 図 中染付近の地質平面図



第 3. 2. 30 図(1) 中染拡大ルートマップ (1)

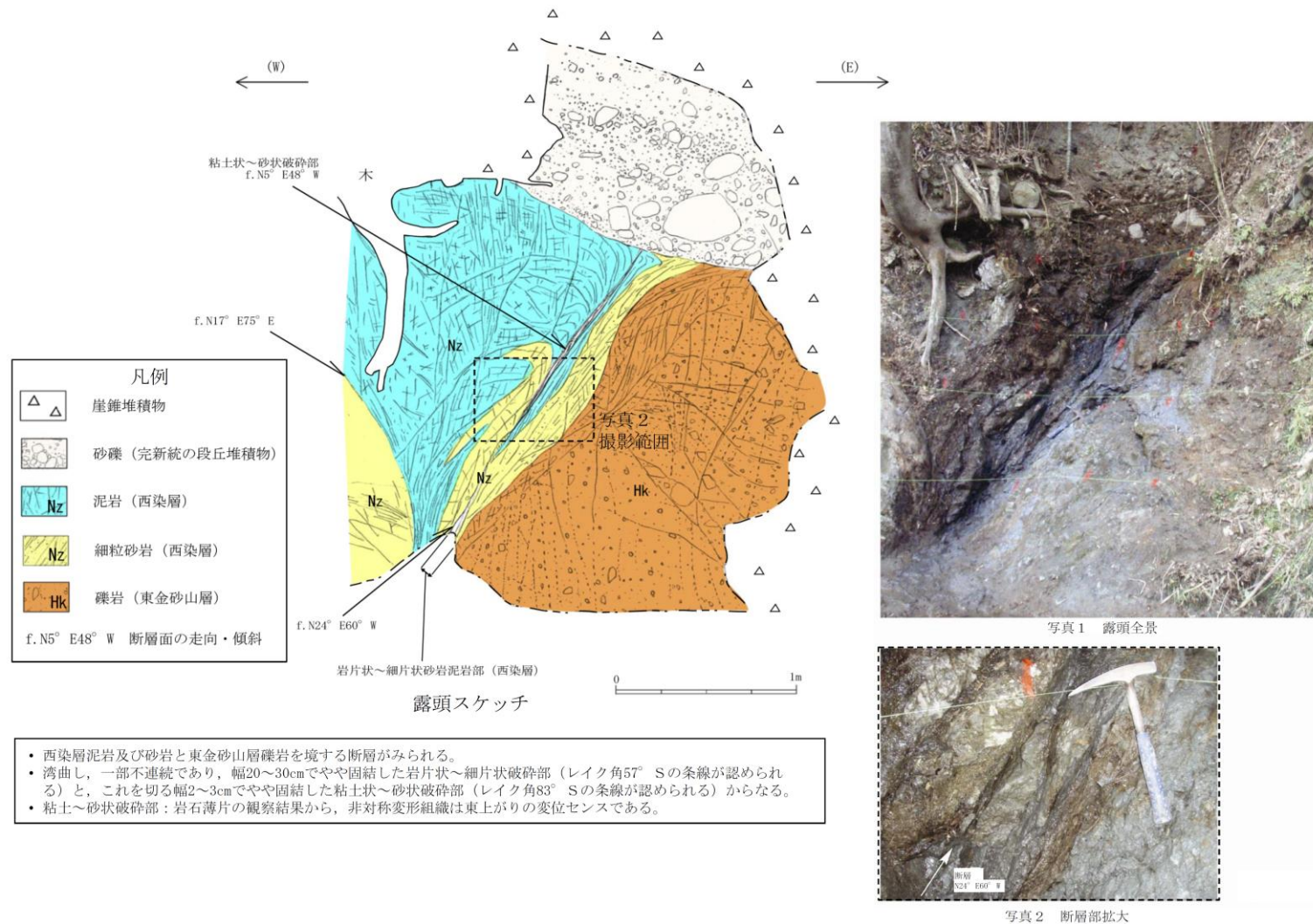


第 3. 2. 30 図(2) 中染拡大ルートマップ (2)



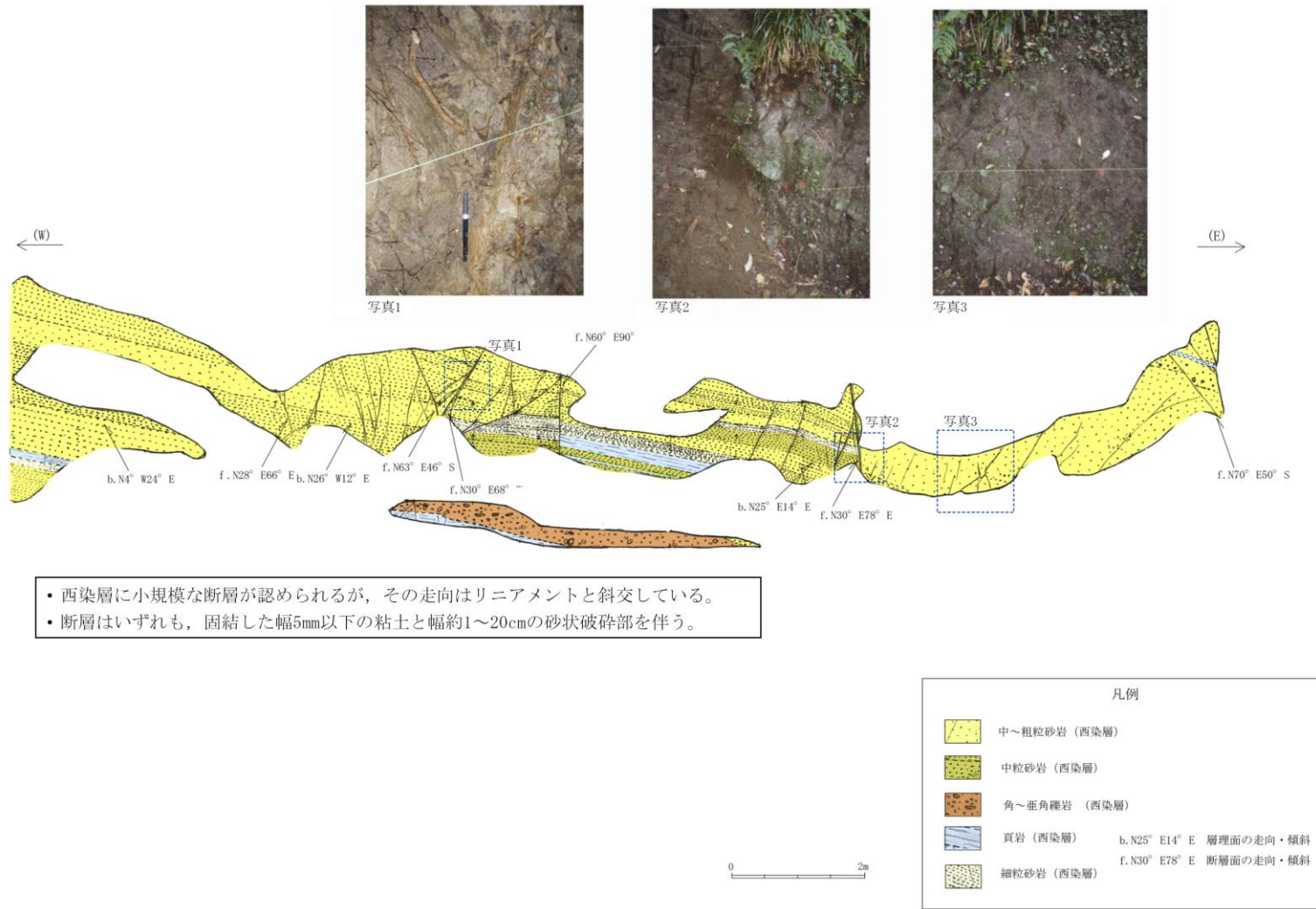
第 3. 2. 30 図(3) 中染拡大ルートマップ (3)



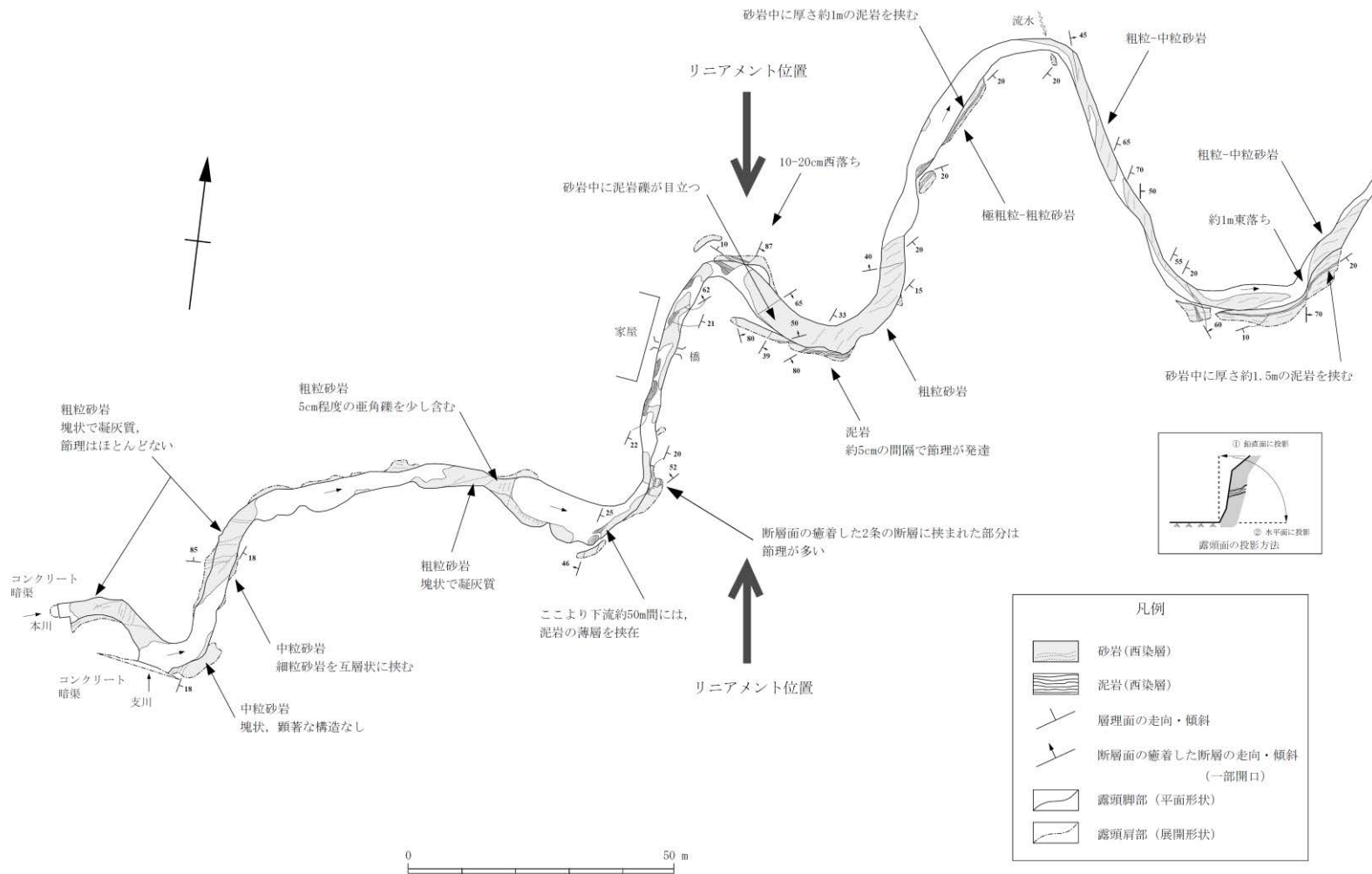


第 3. 2. 31 図 露頭スケッチ (中染町)

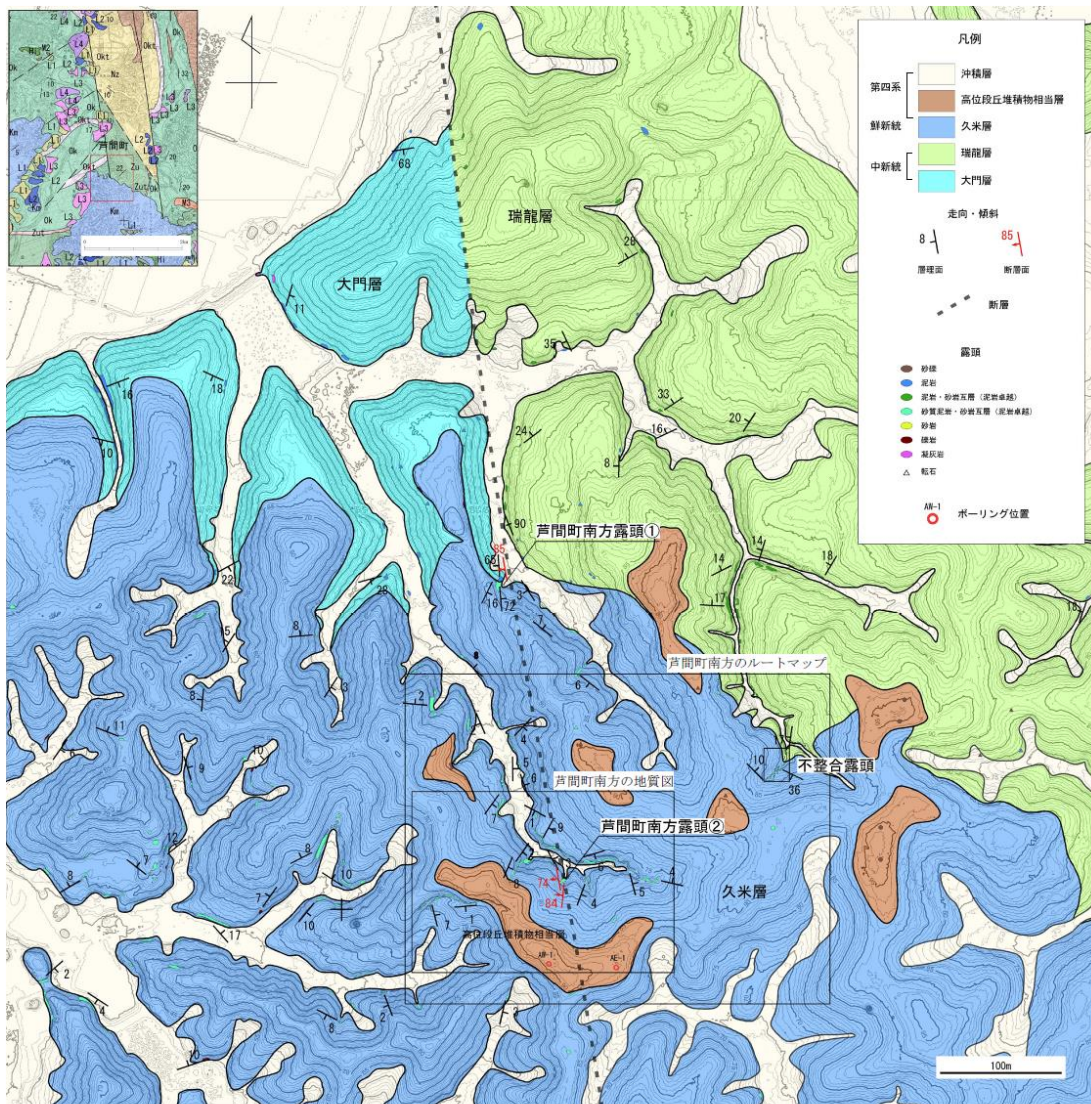




第 3. 2. 33 図 露頭スケッチ (小室西方)

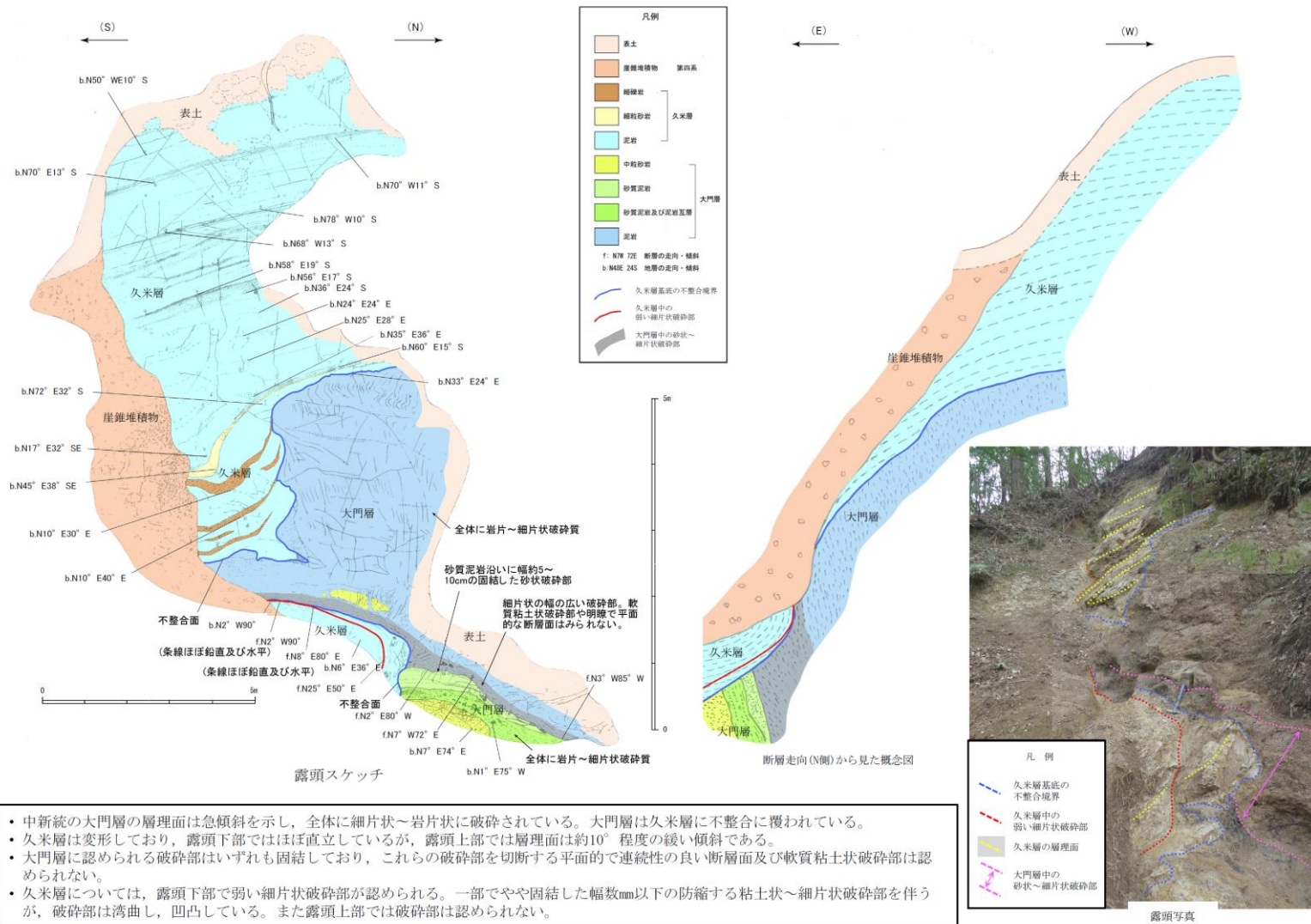


第 3. 2. 34 図 和館付近の拡大ルートマップ



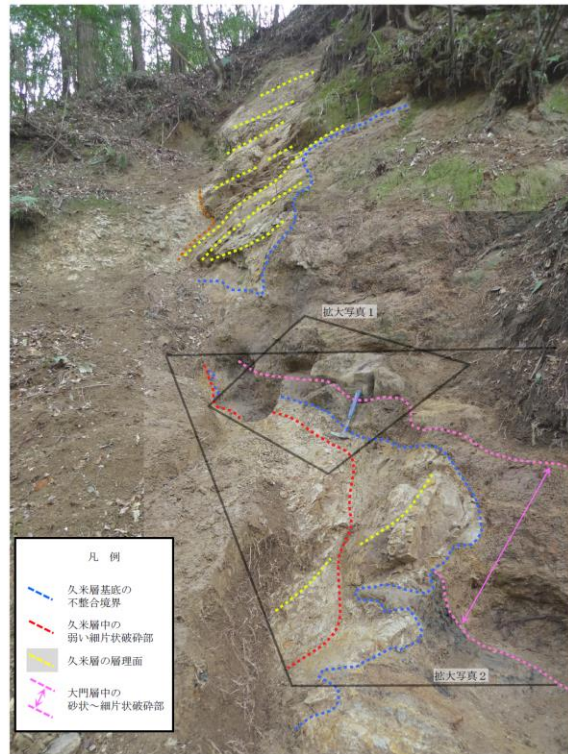
この地図は、国土院の承認を得て、国土院の委託を受けた株式会社地質院が、国土院の提供した資料に基づき作成したものである。  
 (株)地質院 平成27年度 第13号 及び  
 (株)地質院 平成27年度 第14号  
 本図面を第三者が勝手に複製する場合は国土院の承認を得なければならない。

第 3. 2. 35 図 戸間町付近の地質図

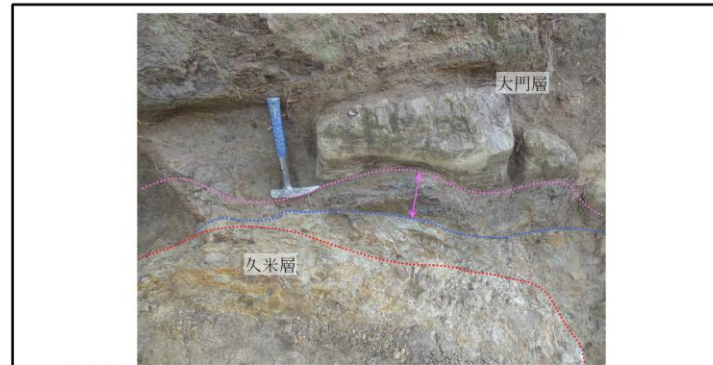


- ・中新統の大門層の層理面は急傾斜を示し、全体に細片状～岩片状に破砕されている。大門層は久米層に不整合に覆われている。
- ・久米層は変形しており、露頭下部ではほぼ直立しているが、露頭上部では層理面は約10°程度の緩い傾斜である。
- ・大門層に認められる破砕部はいずれも固結しており、これらの破砕部を切断する平面的で連続性の良い断層面及び軟質粘土状破砕部は認められない。
- ・久米層については、露頭下部で弱い細片状破砕部が認められる。一部でやや固結した幅数mm以下の防縮する粘土状～細片状破砕部を伴うが、破砕部は湾曲し、凹凸している。また露頭上部では破砕部は認められない。

第 3. 2. 36 図(1) 露頭スケッチ (芦間町南方露頭①) (1)



露頭全体写真



拡大写真1

- ・ 大門層の破砕はやや強く、砂状～細片状破砕部になっている。
- ・ 大門層に認められる破砕部はいずれも固結しており、これらの破砕部を切断する平面的で連続性の良い断層面及び軟質粘土状破砕部は認められない。
- ・ 久米層については、露頭下部で弱い細片状破砕部が認められる。一部でやや固結した幅数mm以下の防縮する粘土状～細片状破砕部を伴うが、破砕部は湾曲し、凹凸している。また露頭上部では破砕部は認められない。



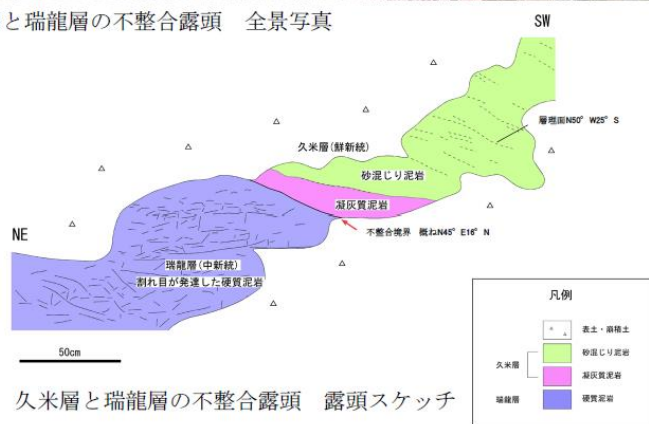
拡大写真2

- ・ 大門層は久米層に不整合に覆われている。
- ・ 大門層の破砕はやや強く、砂状～細片状破砕部になっており、大門層の砂質泥岩沿いに幅5～10cmの砂状破砕部が認められる。
- ・ 大門層の破砕部はいずれも固結しており、これらの破砕部を切断する平面的で連続性の良い断層面及び軟質粘土状破砕部は認められない。

第 3. 2. 36 図(2) 露頭スケッチ (芦間町南方露頭①) (2)

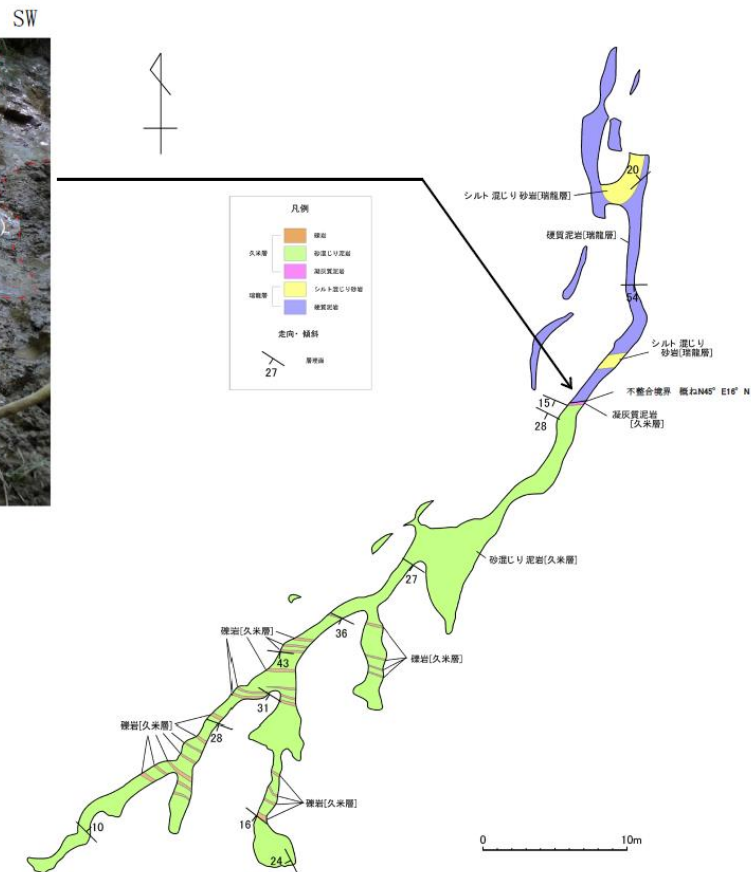


久米層と瑞龍層の不整合露頭 全景写真



久米層と瑞龍層の不整合露頭 露頭スケッチ

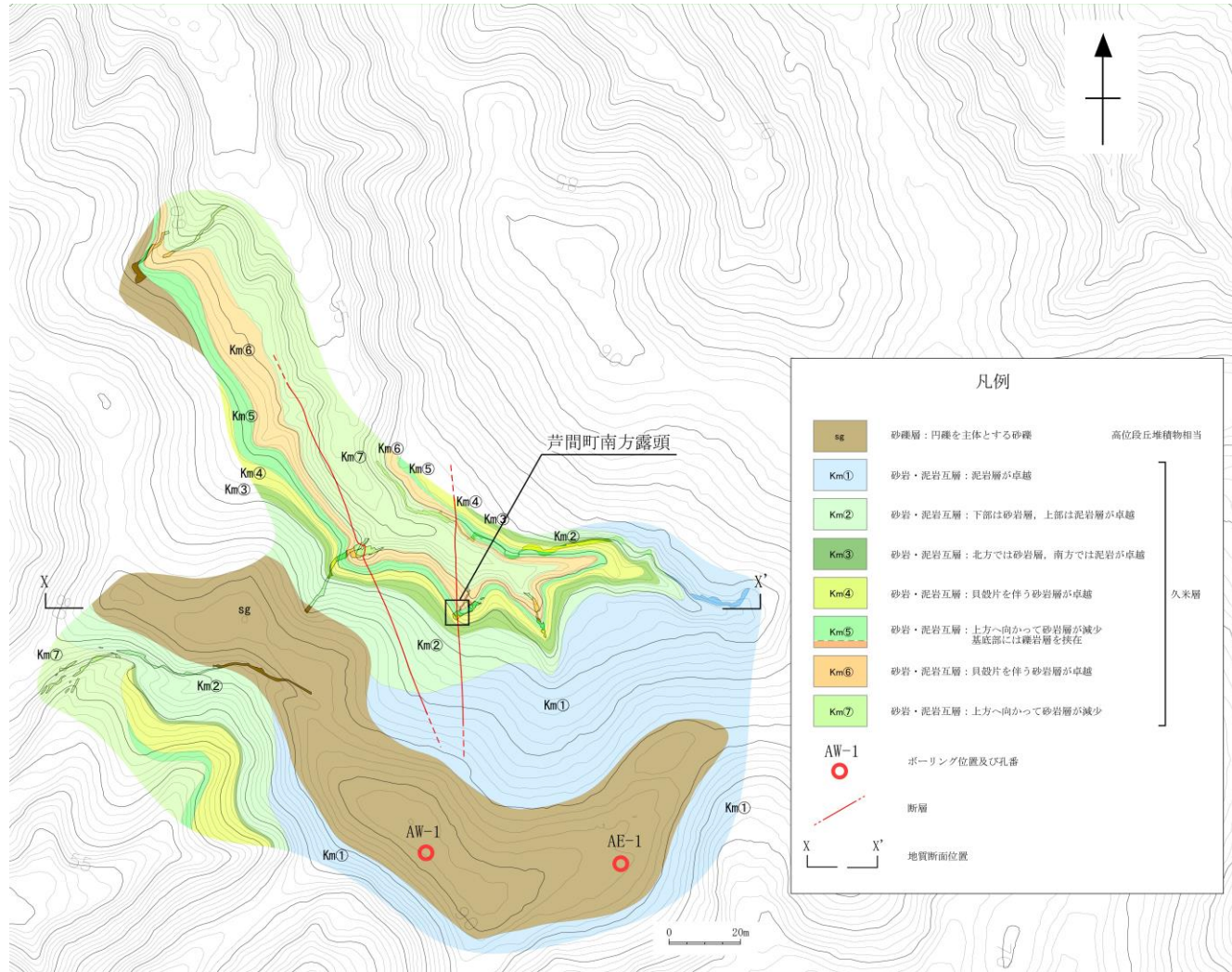
- ・久米層と瑞龍層との境界に破碎は認められず不整合関係で接する。
- ・不整合境界の走向傾斜は、概ねN45° E16° Nを示す。
- ・久米層は主に砂混じり泥岩からなり、礫岩の薄層を伴う。また、基底部に凝灰質泥岩を伴っている。
- ・瑞龍層は硬質な泥岩及び砂岩からなる。



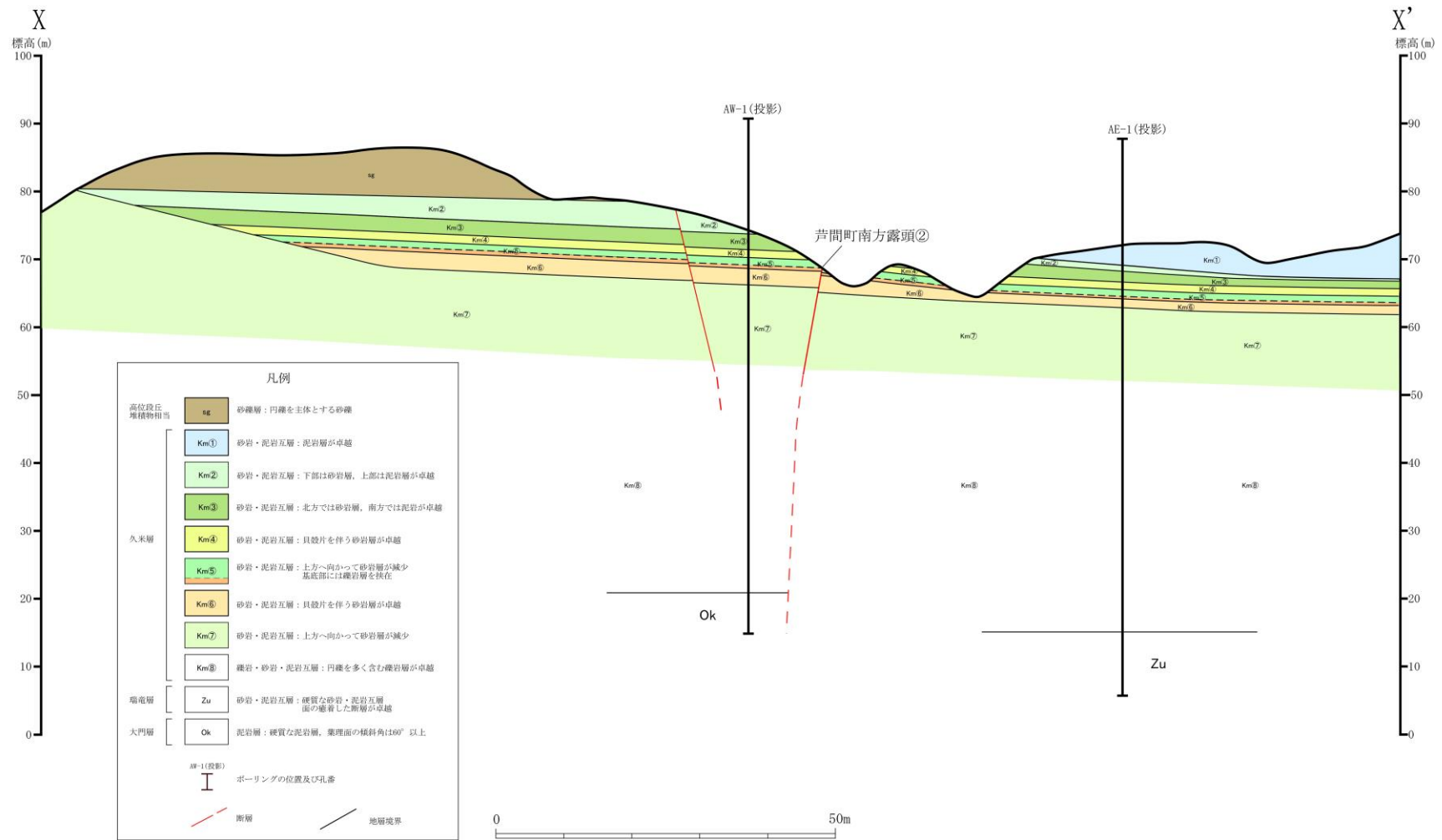
久米層と瑞龍層の不整合露頭 拡大ルートマップ

第 3. 2. 36 図 (3) 露頭スケッチ (久米層と瑞龍層の不整合露頭)

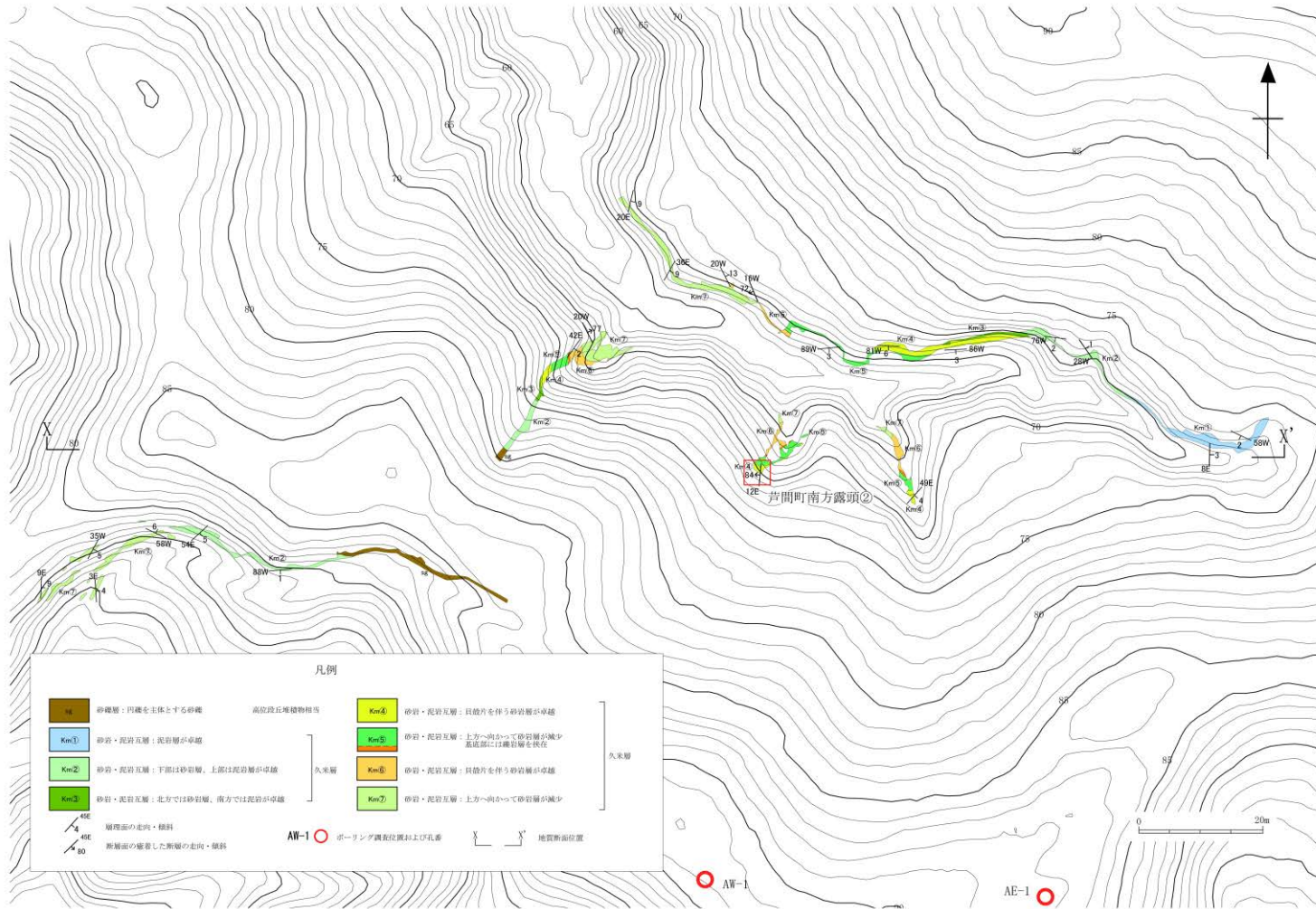




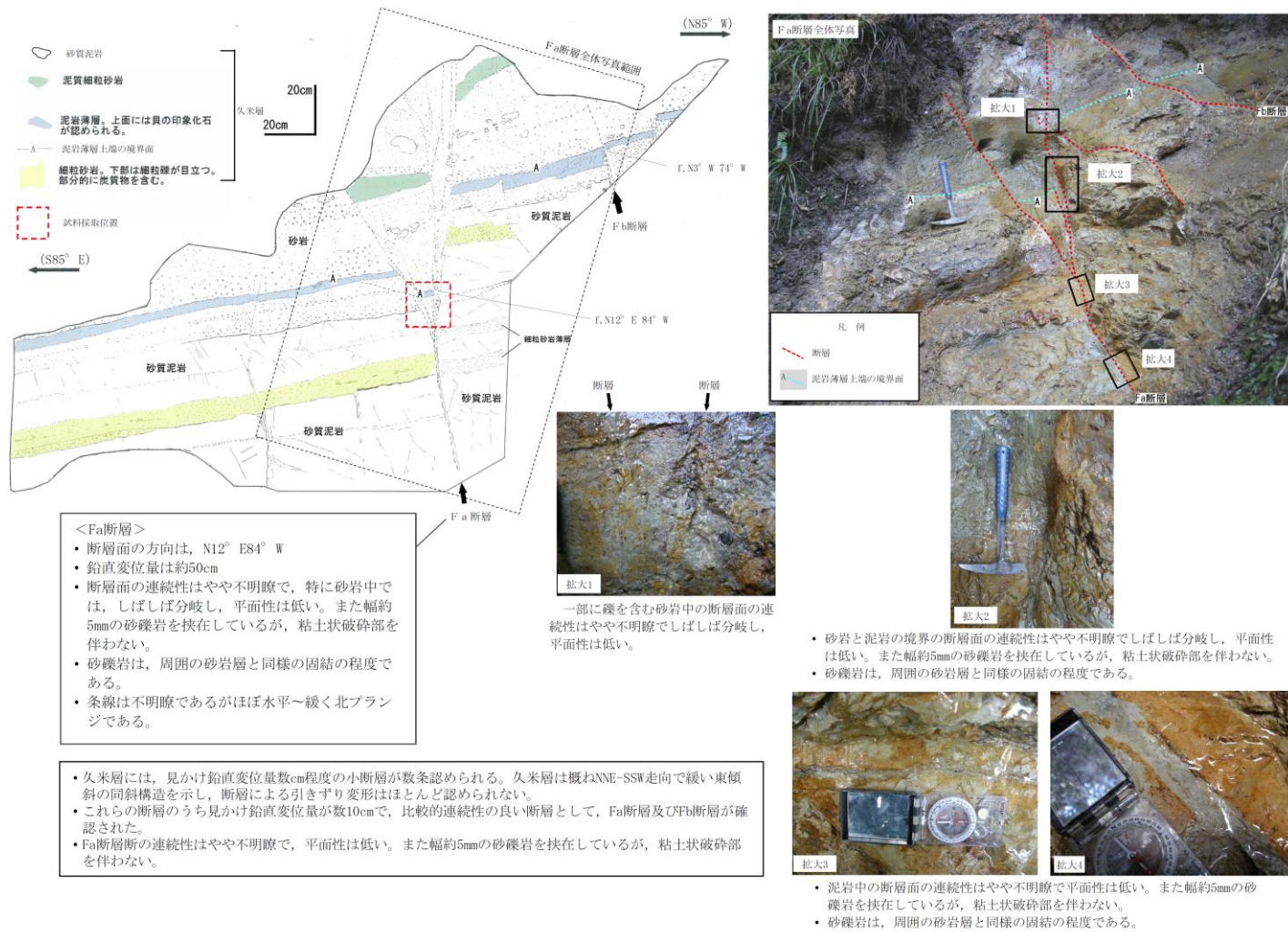
第 3. 2. 37 図 芦間町南方の地質図



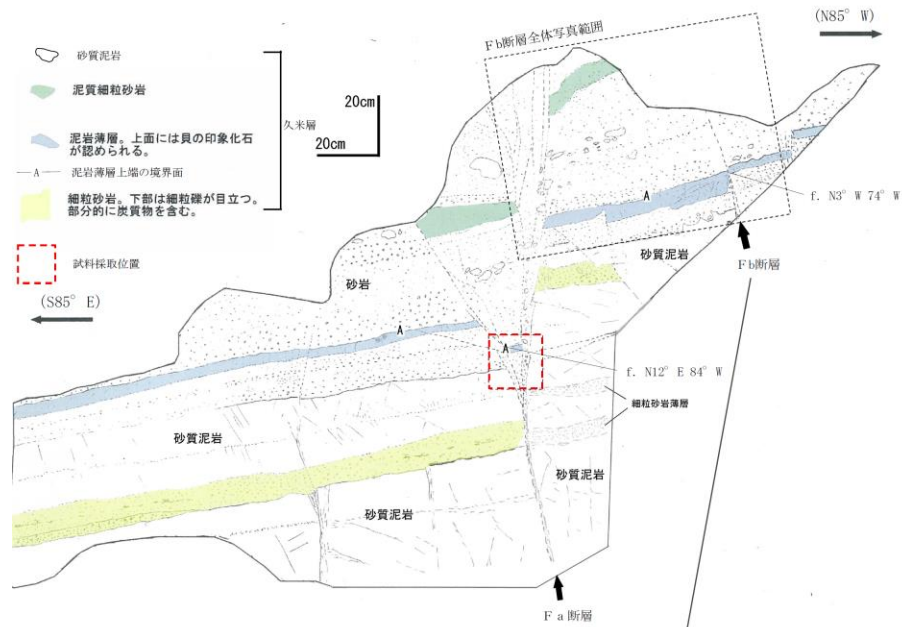
第 3. 2. 38 図 芦間町南方の地質断面図



第 3. 2. 39 図 芦間町南方のルートマップ



第 3. 2. 40 図(1) 露頭スケッチ (芦間町南方露頭②) (1)



<Fb断層>

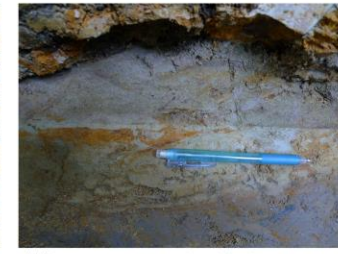
- 断層面の方向は、N3° W74° W
- 鉛直変位量は約10cm
- 断層沿いに、周囲の砂岩層と同様の固結の程度である、幅約5cmの岩片状部（泥岩や砂岩片）を伴う。
- 泥岩中ではFa断層に比較すると断層面の平面性はやや高いが、砂岩中の断層面は不明瞭である。
- 一部で幅数mmの砂状部を挟在する部分もあるが、挟在物はほとんど無く、粘土状破砕部を伴わない。
- 条線はほぼ水平である。

・Fb断層はFa断層に比較すると平面性はやや高いが、連続性はやや不明瞭である。一部で幅約数mmの砂状部を挟在する部分もあるが、挟在物はほとんど無く、粘土状破砕部を伴わない。



拡大1  
f. N10° W70° W

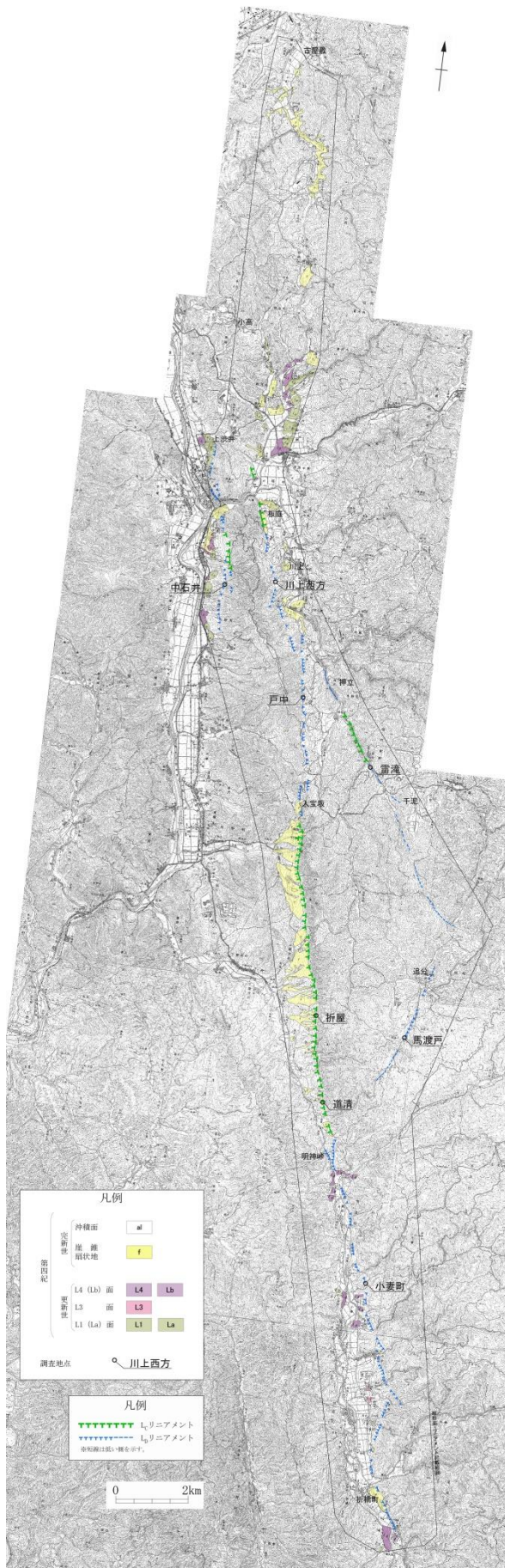
- 砂岩中の断層面は不明瞭である。
- 一部で幅数mmの砂状部を挟在する部分もあるが、挟在物はほとんど無く、粘土状破砕部を伴わない。



拡大2  
f. N870° W 条線ほぼ水平

- 泥岩中ではFa断層に比較すると断層面の平面性はやや高いが、連続性が悪く、断層面では剥離しない。
- 挟在物は認められない。

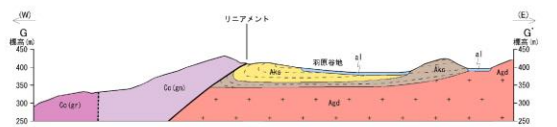
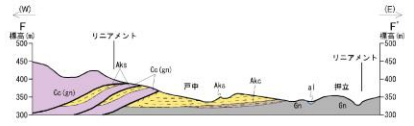
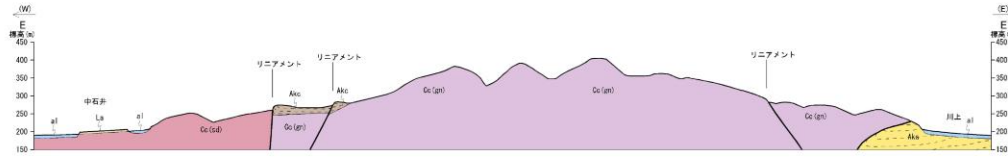
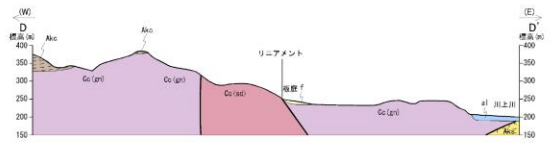
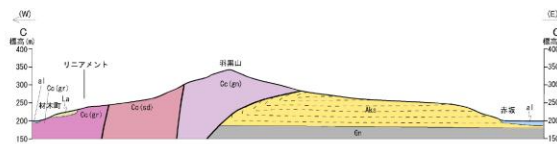
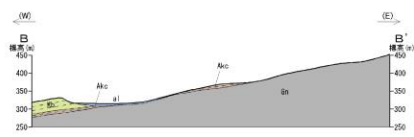
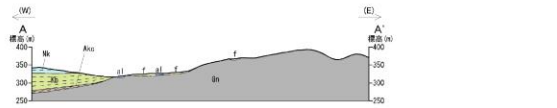
第 3. 2. 40 図 (2) 露頭スケッチ (芦間町南方露頭②) (2)



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 200000 (地図画像) 及び数値地図 25000 (地図画像) を複製したものである。  
 (承認番号 平 26 情複、第 337 号) 及び  
 (承認番号 平 26 情複、第 540 号)  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。

第 3.2.41 図 棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層周辺の変動地形学的調査結果





凡例

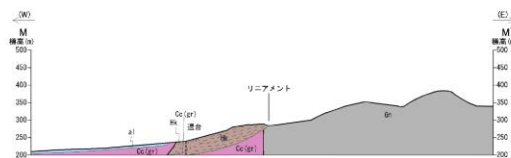
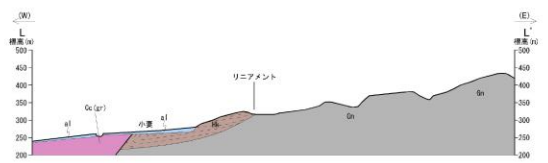
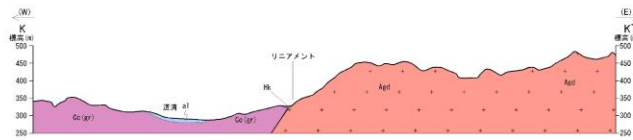
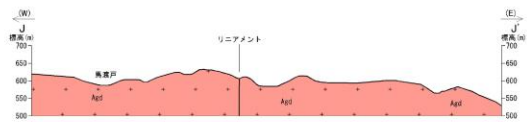
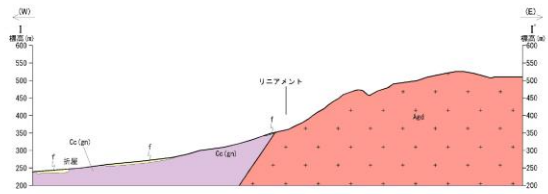
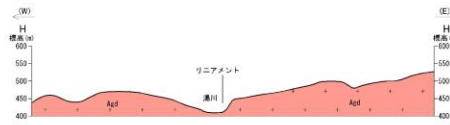
|          |         |        |         |                    |
|----------|---------|--------|---------|--------------------|
| 第四系      | 完新統     | 沖積層    | al      | 礫、砂、泥              |
|          |         | 崖線堆積物  | f       | 礫、砂                |
|          |         | 扇状地堆積物 | La      | 礫、砂                |
| 新第三系     | 鮮新統     | 仁公橋層   | Nk      | 礫岩、砂岩、シルト岩、凝灰質シルト岩 |
|          |         | 久保田層   | Kb      | 砂岩                 |
|          | 中新統     | 赤坂層    | AKs     | 砂岩                 |
|          |         |        | AKc     | 礫岩                 |
|          |         | 栗金山層   | Ik      | 礫岩                 |
| 白亜系      | 岡武隈花崗岩類 | Agd    | 花崗閃緑岩   |                    |
| 先白亜系     | 竹貫家成岩類  | Gn     | 片麻岩     |                    |
| 古第三系～白亜系 |         |        | Cc (gr) | カタクレーサイト (花崗岩起源)   |
|          |         |        | Cc (gn) | カタクレーサイト (片麻岩起源)   |
|          |         |        | Cc (sd) | カタクレーサイト (堆積岩起源)   |

—— 地質境界  
—— 断層



第 3. 2. 43 図(1) 棚倉破碎帯東縁付近の推定活断層周辺の地質断面図(1/2)



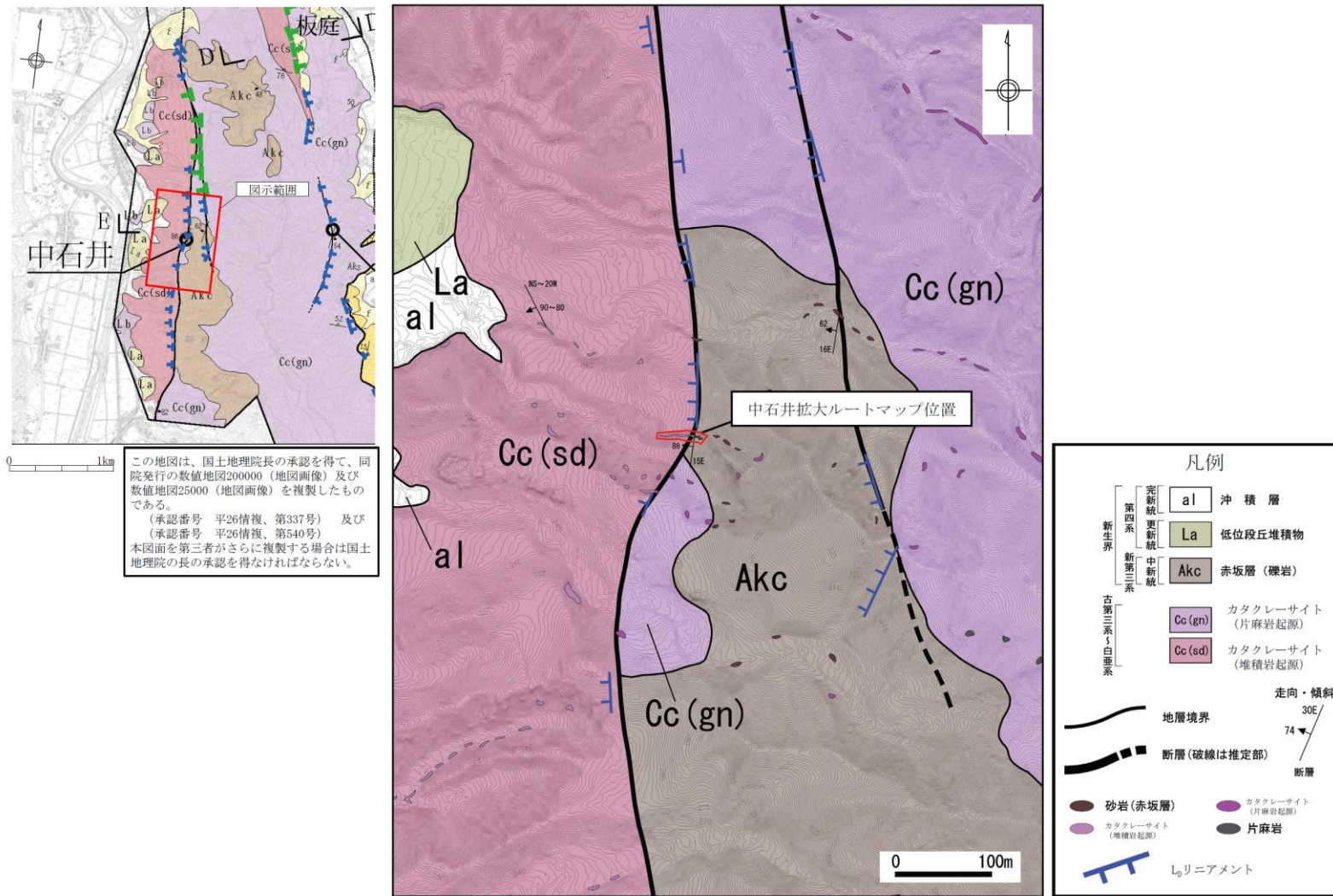


凡例

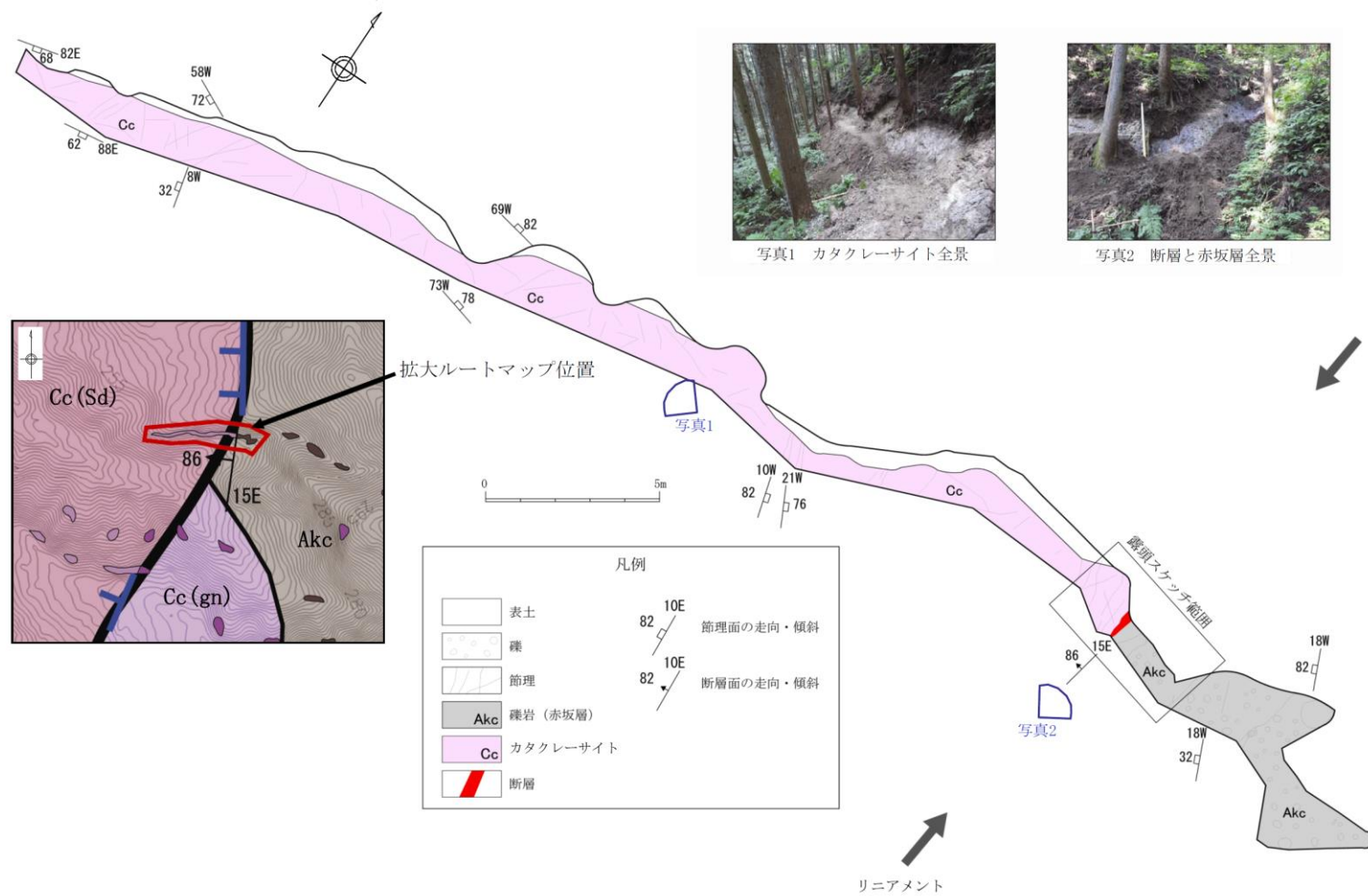
|          |         |                 |                    |    |
|----------|---------|-----------------|--------------------|----|
| 第四系      | 沖積層     | al              | 礫、砂、泥              |    |
|          | 遊積堆積物   | f               | 礫、砂                |    |
|          | 扇状地堆積物  | La              | 礫、砂                |    |
| 更新統      | 低位段丘堆積物 | La              | 礫、砂                |    |
| 新第三系     | 鮮新統     | Nk              | 礫岩、砂岩、シルト岩、凝灰質シルト岩 |    |
|          | 久保田層    | Kb              | 砂岩                 |    |
|          | 中新統     | 赤坂層             | AKs                | 砂岩 |
|          |         | 東金砂山層           | AKc                | 礫岩 |
| 白垩系      | 阿武隈花崗岩類 | Agd             | 花崗閃綠岩              |    |
| 先白垩系     | 竹貫変成岩類  | Gn              | 片麻岩                |    |
| 古第三系~白垩系 | Cc(gr)  | カタクレーサイト(花崗岩起源) |                    |    |
|          | Cc(an)  | カタクレーサイト(片麻岩起源) |                    |    |
|          | Cc(sd)  | カタクレーサイト(堆積岩起源) |                    |    |
| ——       |         | 地質境界            |                    |    |
| ——       |         | 断層              |                    |    |

0 500m

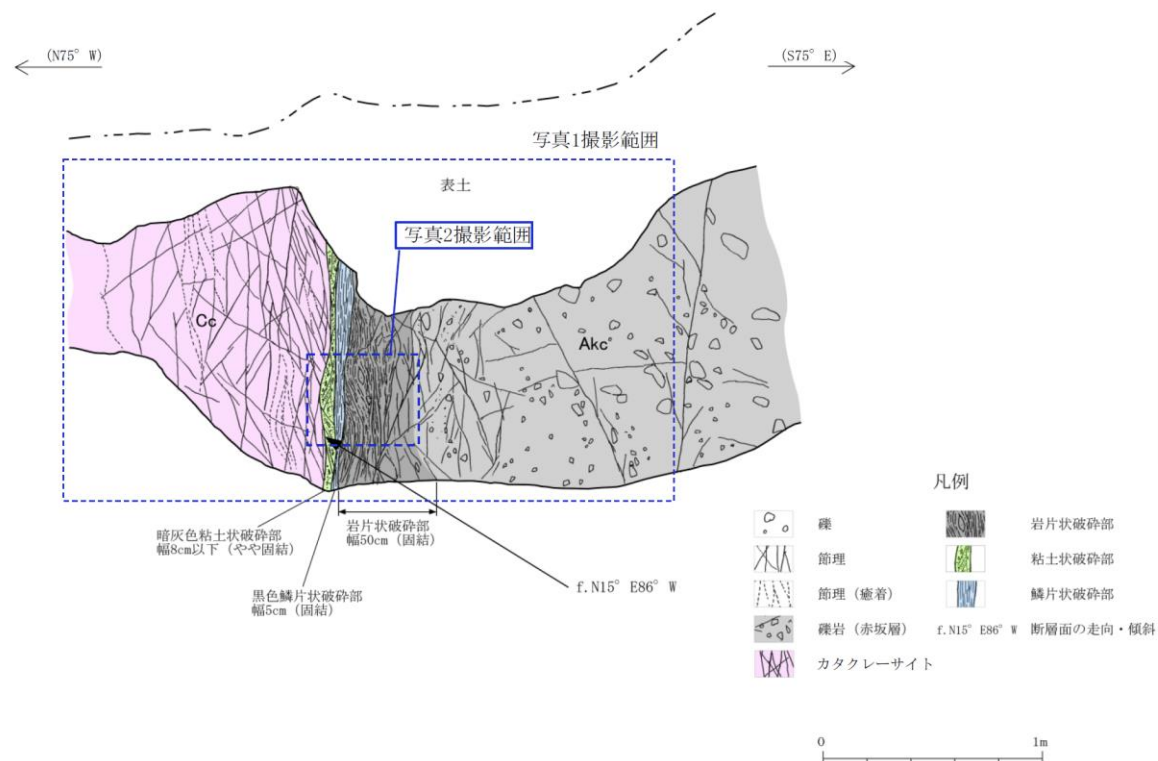
第 3. 2. 43 図 (2) 棚倉破碎帯東縁付近の推定活断層周辺の地質断面図 (2/2)



第 3. 2. 44 図 中石井付近の地質図



第 3. 2. 45 図 中石井付近の拡大ルートマップ



- リニアメント付近に断層が認められ、断層を挟んで西側にカタクレーサイト、東側には赤坂層の礫岩が分布する。
- 断層の方向はN15° E86° W、条線のレイク角は16° Sである。
- 断層面に沿って幅約50cmの固結した岩片状破砕部、幅約5cmの固結した黒色鱗片状破砕部及び幅8cm以下で膨縮し、やや固結した暗灰色粘土状破砕部を挟在しており、粘土状破砕部の断層面は所々湾曲し、かつ不連続である。
- これらの破砕部を切る新期の断層は認められない。

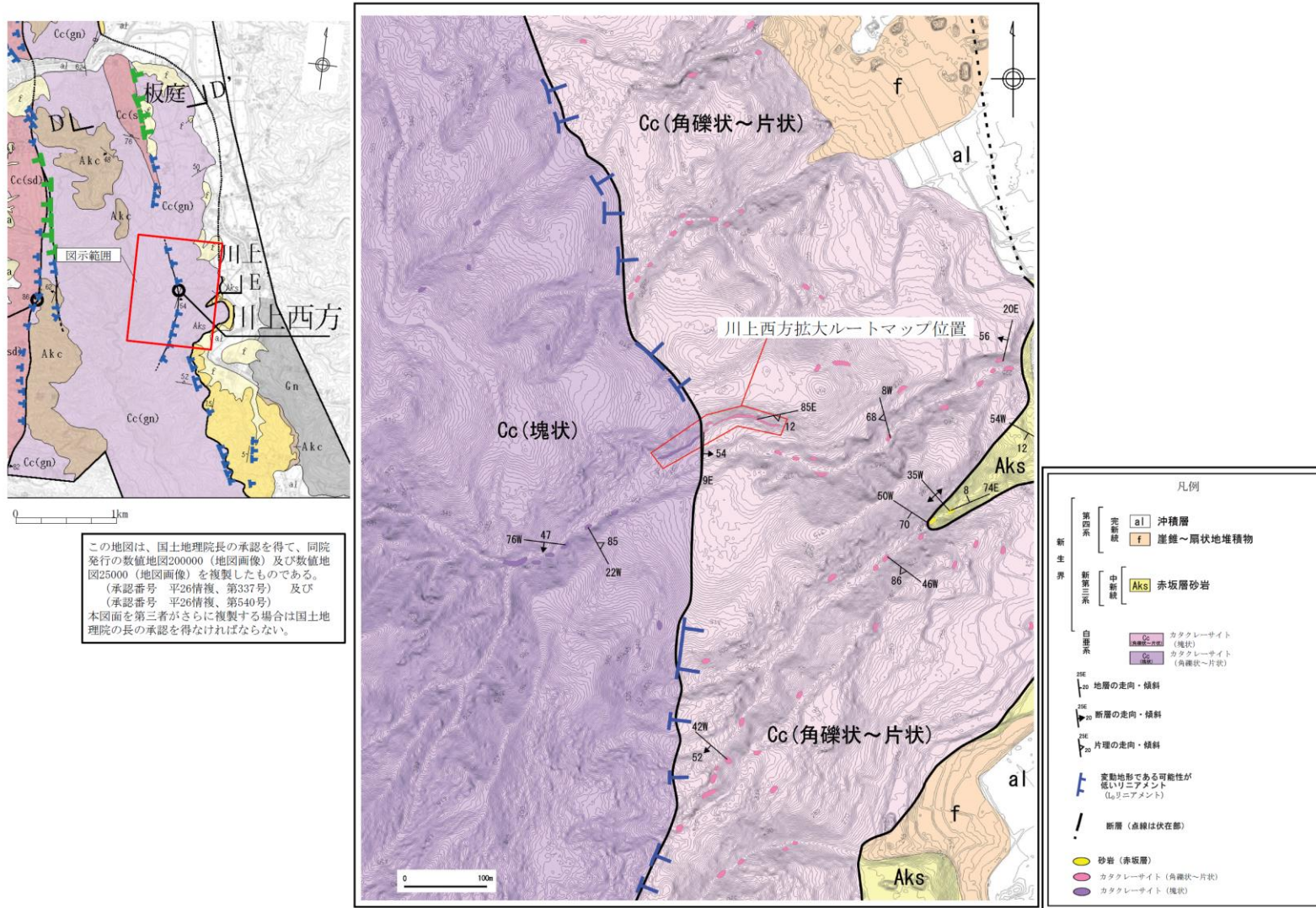


写真1 断層部の全景



写真2 断層部の拡大

第 3. 2. 46 図 露頭スケッチ (中石井)



第 3. 2. 47 図 川上西方付近の地質図

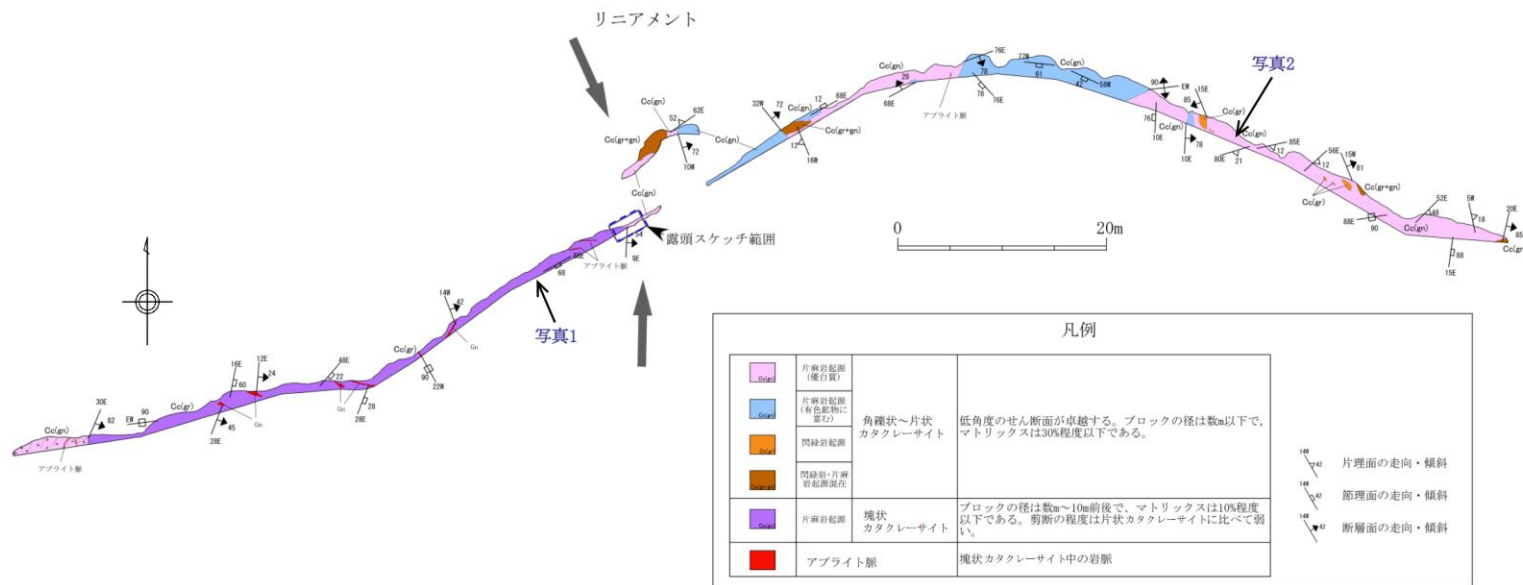
- リニアメントを挟んで東側に角礫状～片状カタクレーサイトが、西側には塊状カタクレーサイトが分布しており、リニアメント直下には、これらのカタクレーサイトを境する断層が認められるが、新期の断層面は認められない。
- このリニアメントの東側の角礫状～片状カタクレーサイトは、片麻岩起源のカタクレーサイトが主体で、低角度のせん断面が卓越している。カタクレーサイト中のブロックは数m以下である。また西側に分布する塊状カタクレーサイトは、片麻岩起源のカタクレーサイトからなり、変形の程度は片状カタクレーサイトに比べて弱く、カタクレーサイト中のブロックは数m～10m前後である。



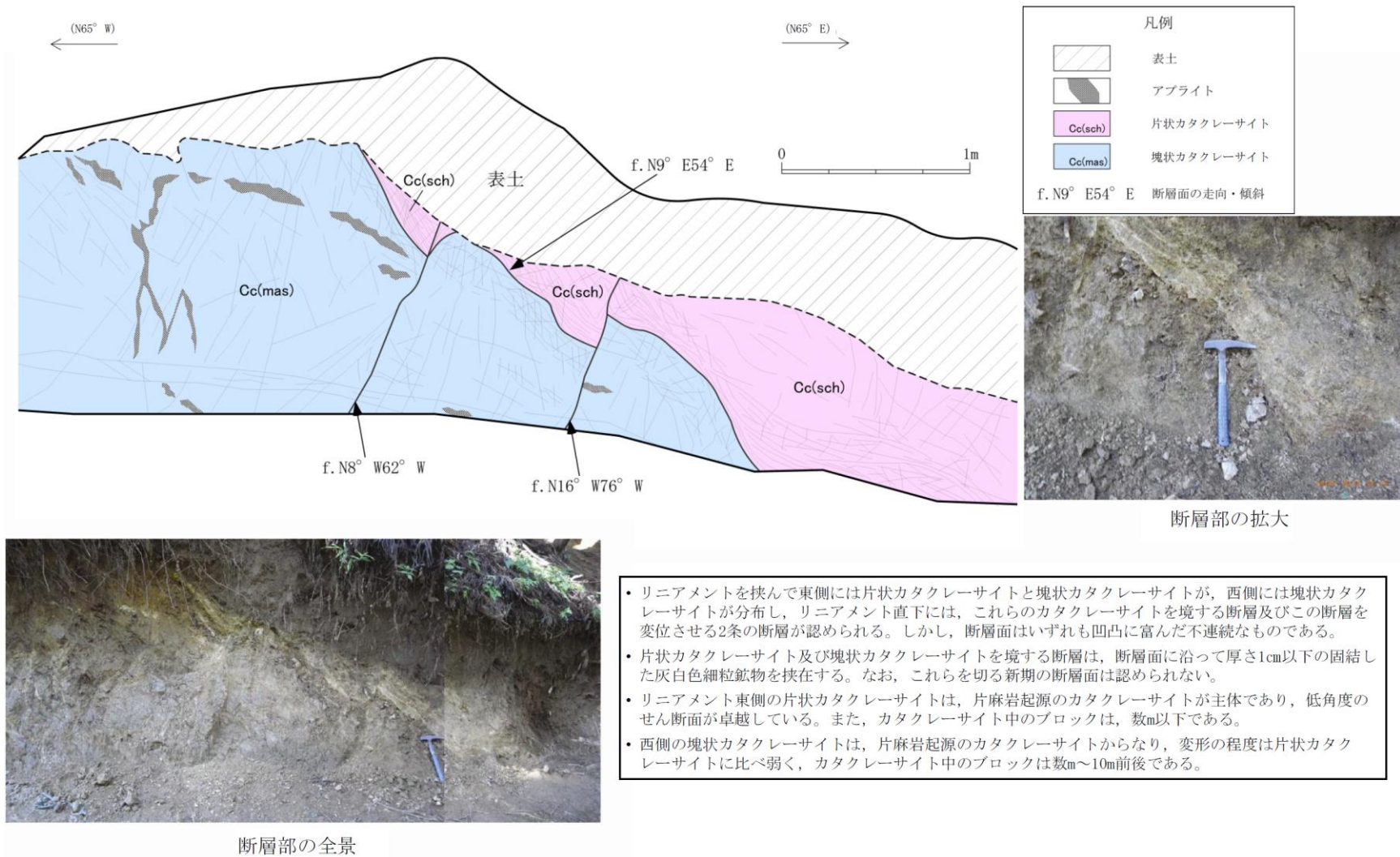
写真1 塊状カタクレーサイトの状況



写真2 片状カタクレーサイトの状況

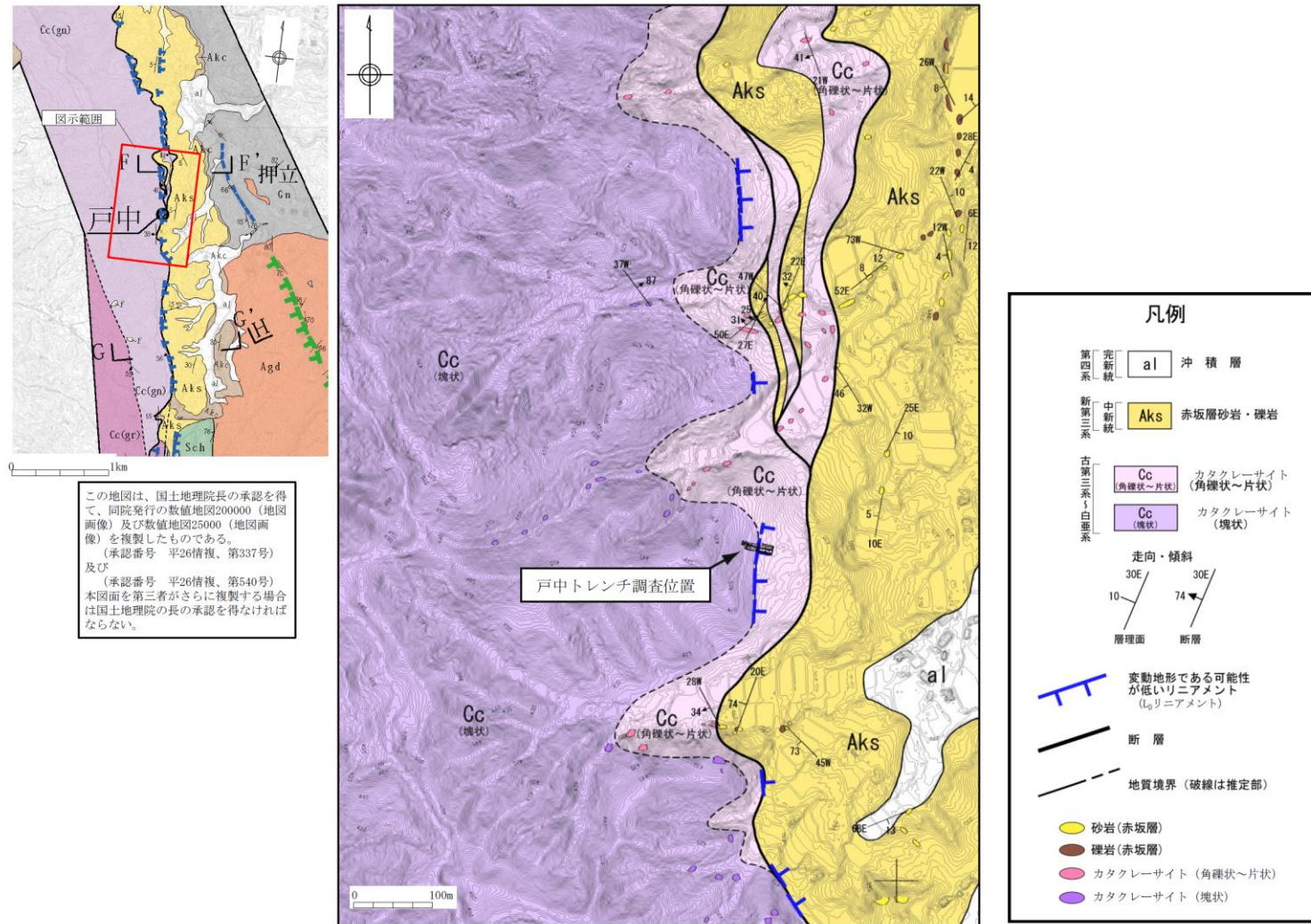


第 3. 2. 48 図 川上西方の拡大ルートマップ



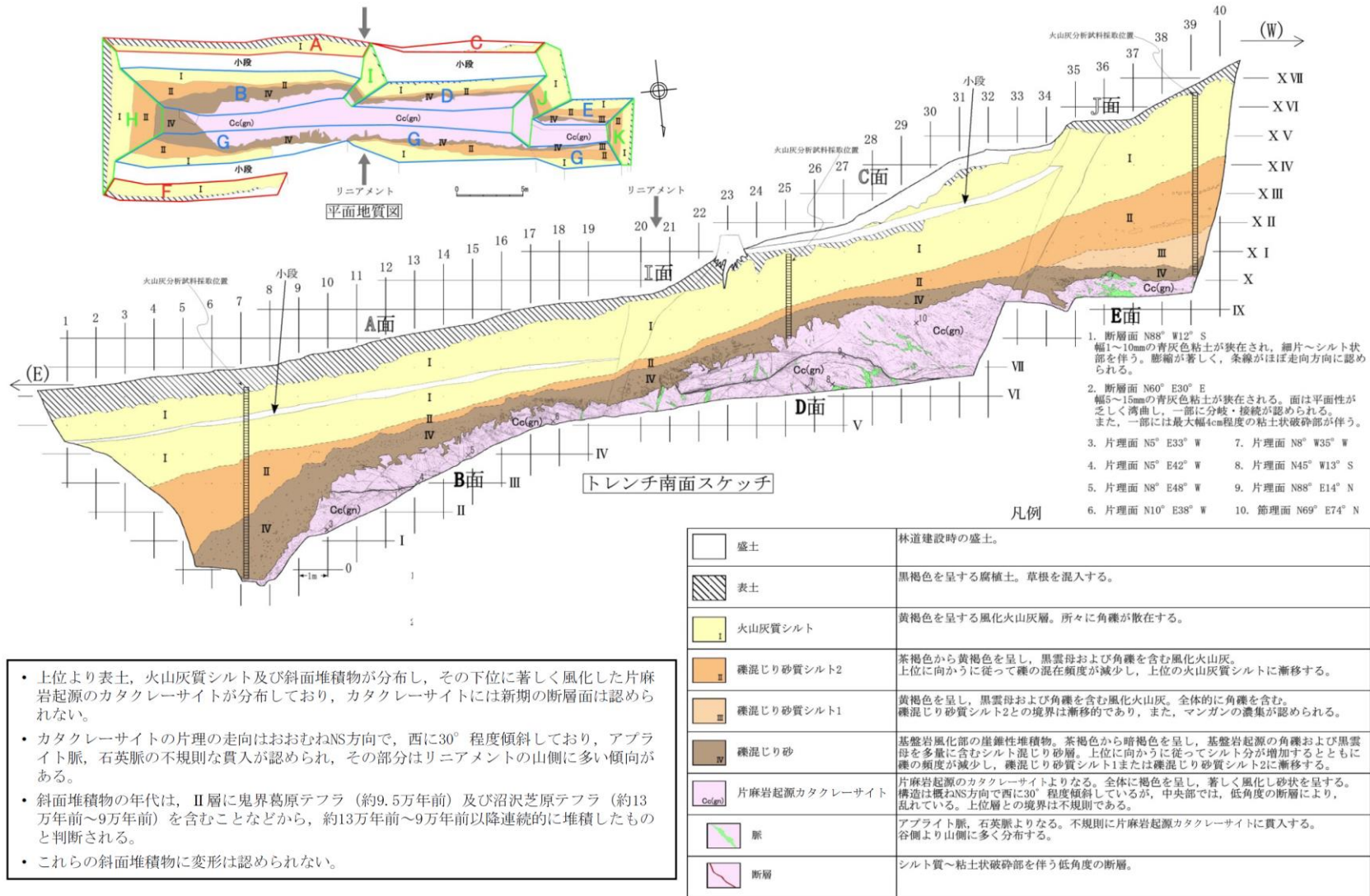
- リニアメントを挟んで東側には片状カタクレーサイトと塊状カタクレーサイトが、西側には塊状カタクレーサイトが分布し、リニアメント直下には、これらのカタクレーサイトを境する断層及びこの断層を変位させる2条の断層が認められる。しかし、断層面はいずれも凹凸に富んだ不連続なものである。
- 片状カタクレーサイト及び塊状カタクレーサイトを境する断層は、断層面に沿って厚さ1cm以下の固結した灰白色細粒鉱物を挟在する。なお、これらを切る新期の断層面は認められない。
- リニアメント東側の片状カタクレーサイトは、片麻岩起源のカタクレーサイトが主体であり、低角度のせん断面が卓越している。また、カタクレーサイト中のブロックは、数m以下である。
- 西側の塊状カタクレーサイトは、片麻岩起源のカタクレーサイトからなり、変形の程度は片状カタクレーサイトに比べ弱く、カタクレーサイト中のブロックは数m～10m前後である。

第 3. 2. 49 図 露頭スケッチ (川上西方)



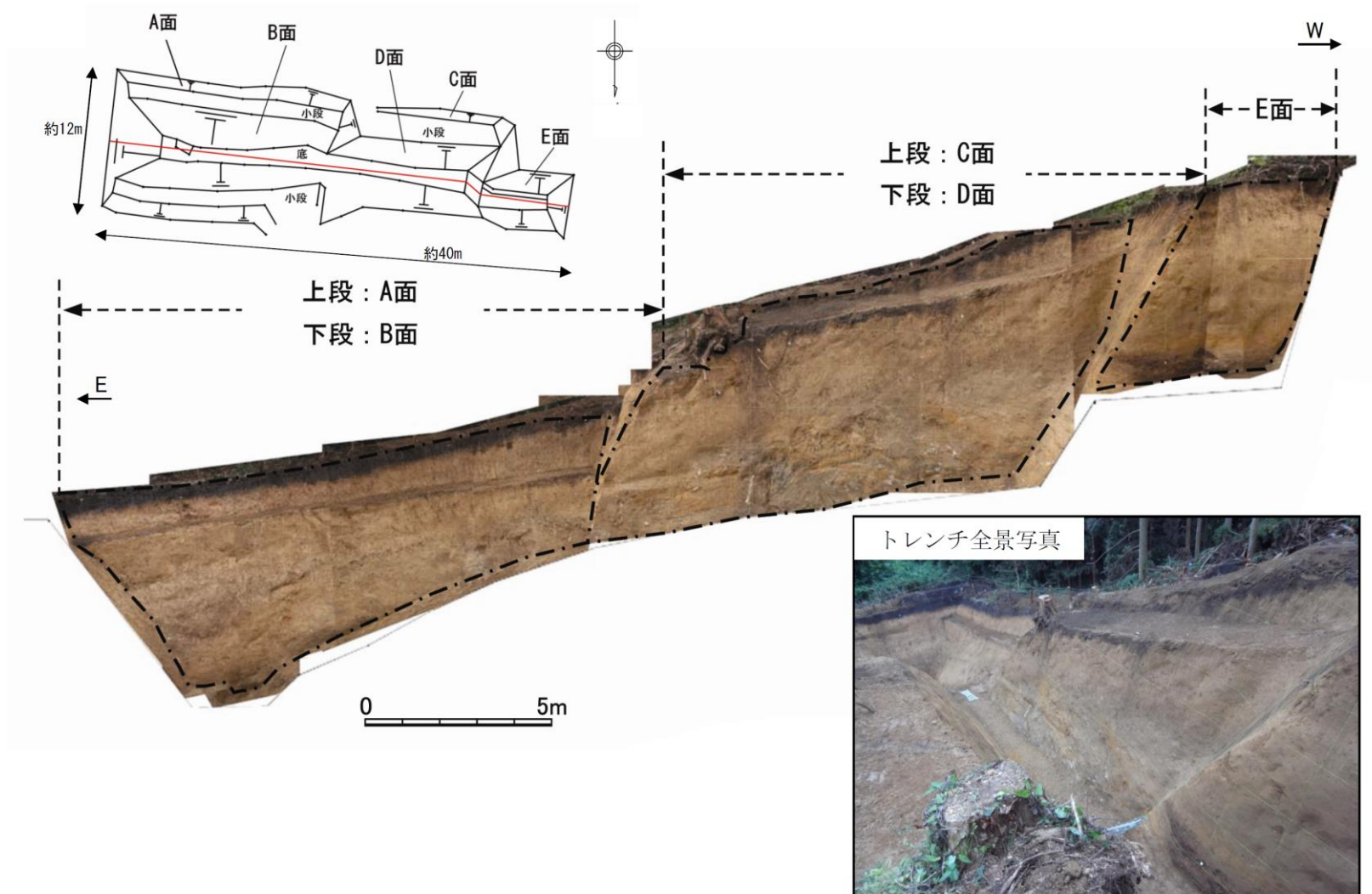
第 3. 2. 50 図 戸中付近の地質図



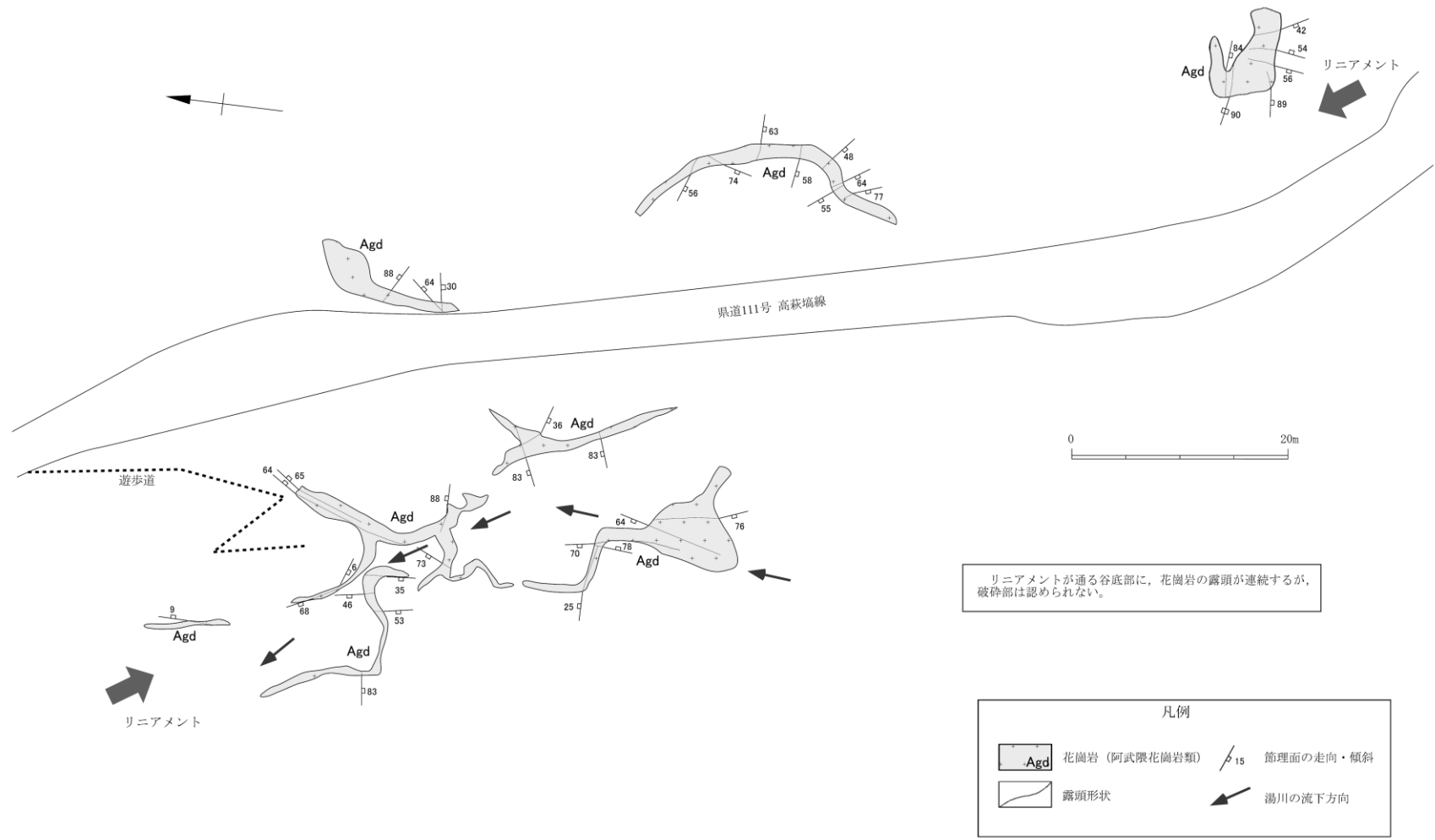


第3.2.51 図(1) トレンチスケッチ (戸中) (1)

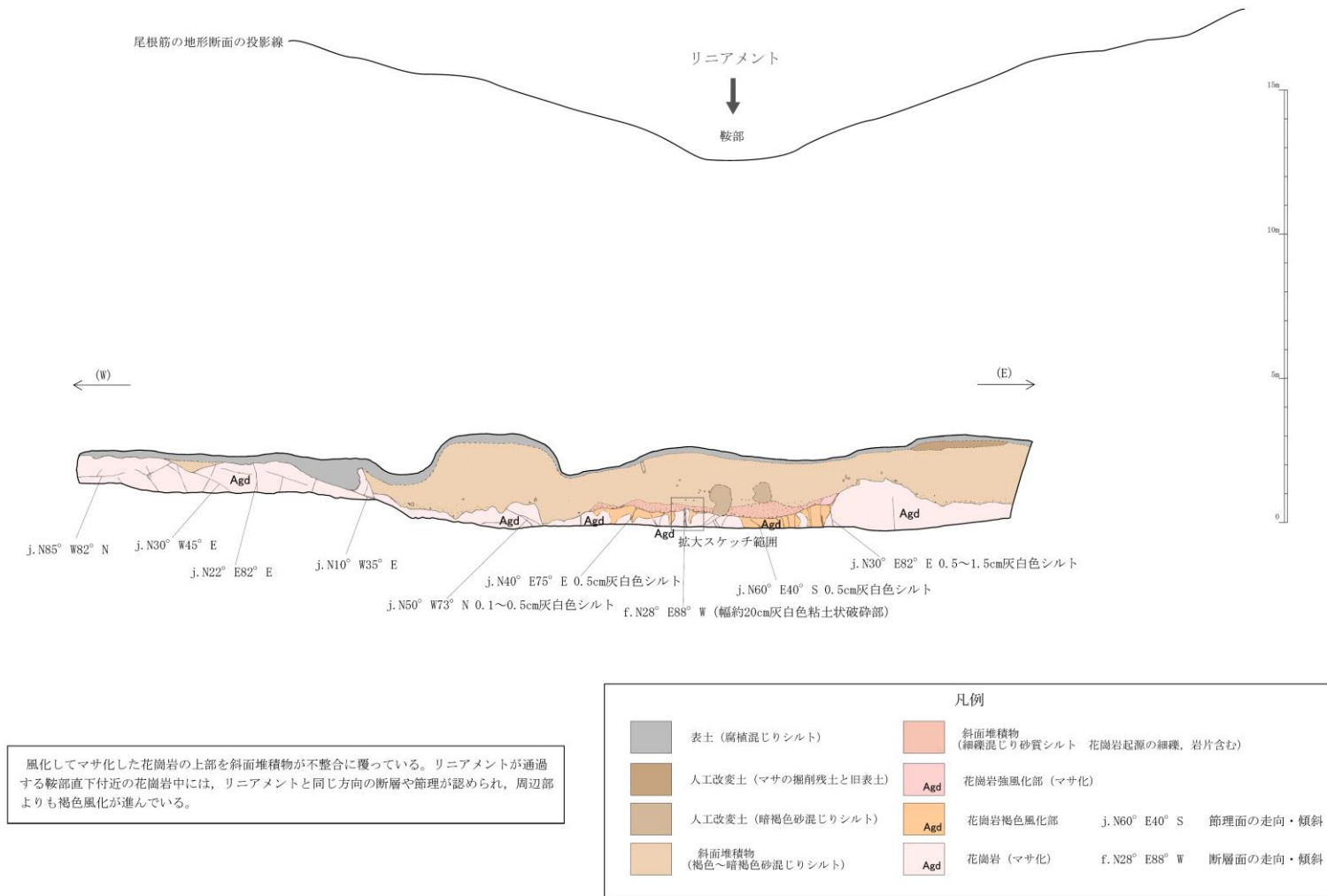
- 上位より表土、火山灰質シルト及び斜面堆積物が分布し、その下位に著しく風化した片麻岩起源のカタクレーサイトが分布しており、カタクレーサイトには新期の断層面は認められない。
- カタクレーサイトの片理の走向はおおむねNS方向で、西に30°程度傾斜しており、アプライト脈、石英脈の不規則な貫入が認められ、その部分はリニアメントの山側に多い傾向がある。
- 斜面堆積物の年代は、II層に鬼界葛原テフラ（約9.5万年前）及び沼沢芝原テフラ（約13万年前~9万年前）を含むことなどから、約13万年前~9万年前以降連続的に堆積したものと判断される。
- これらの斜面堆積物に変形は認められない。



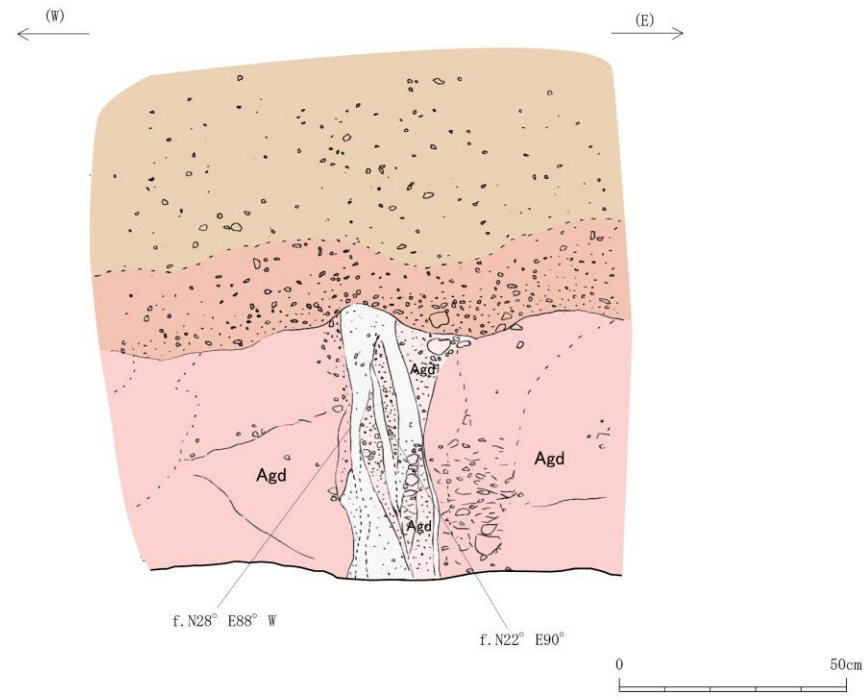
第 3. 2. 51 図(2) トレンチスケッチ (戸中) (2)



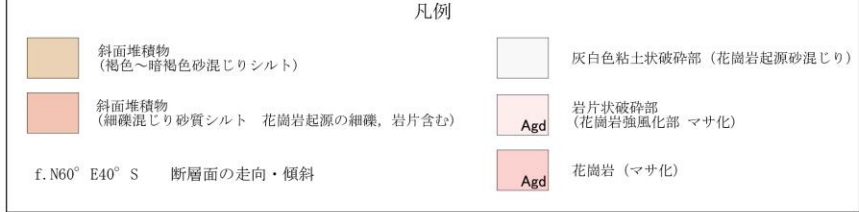
第 3. 2. 52 図 雷滝付近のルートマップ



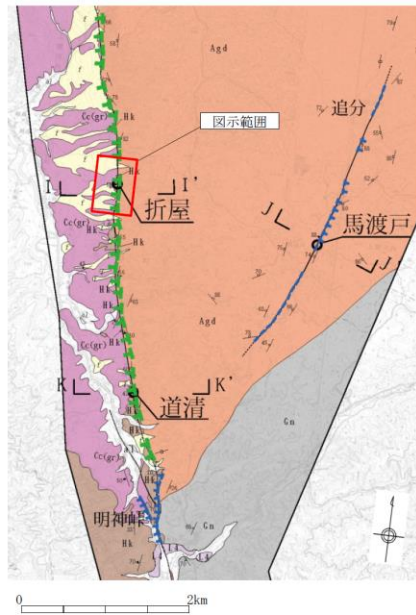
第 3. 2. 53 図 トレンチスケッチ (馬渡戸)



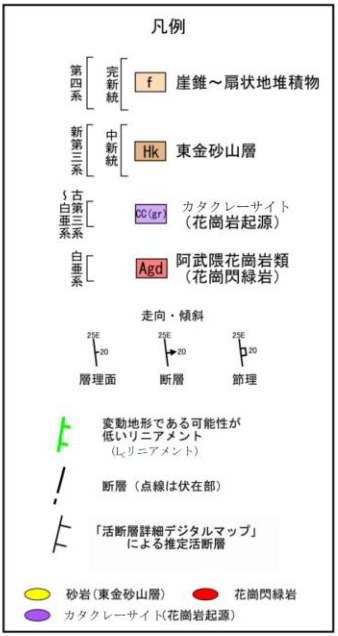
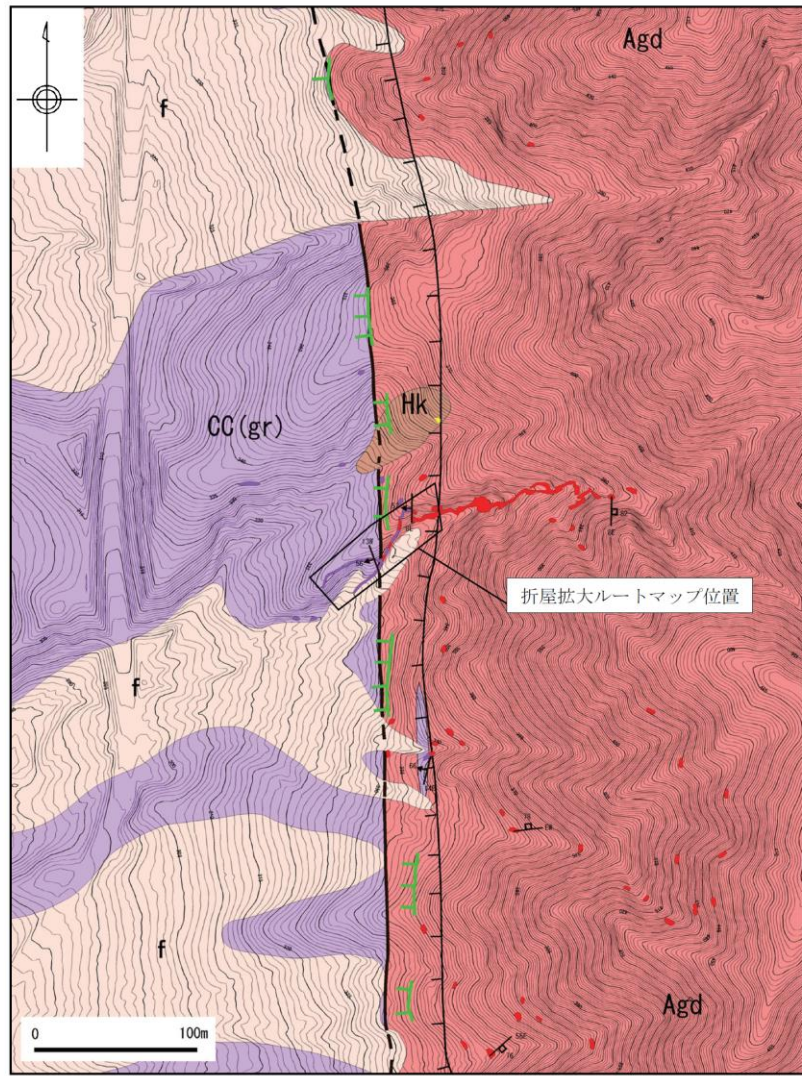
風化が進行しマサ化した花崗岩中に幅約20cmの固結した灰白色粘土状破砕部が認められる。主断層面の方向は、N22° E90° で、凹凸があり、一部不連続である。これを切る新期の断層面は認められない。断層上部を被覆する斜面堆積物に変形は認められない。



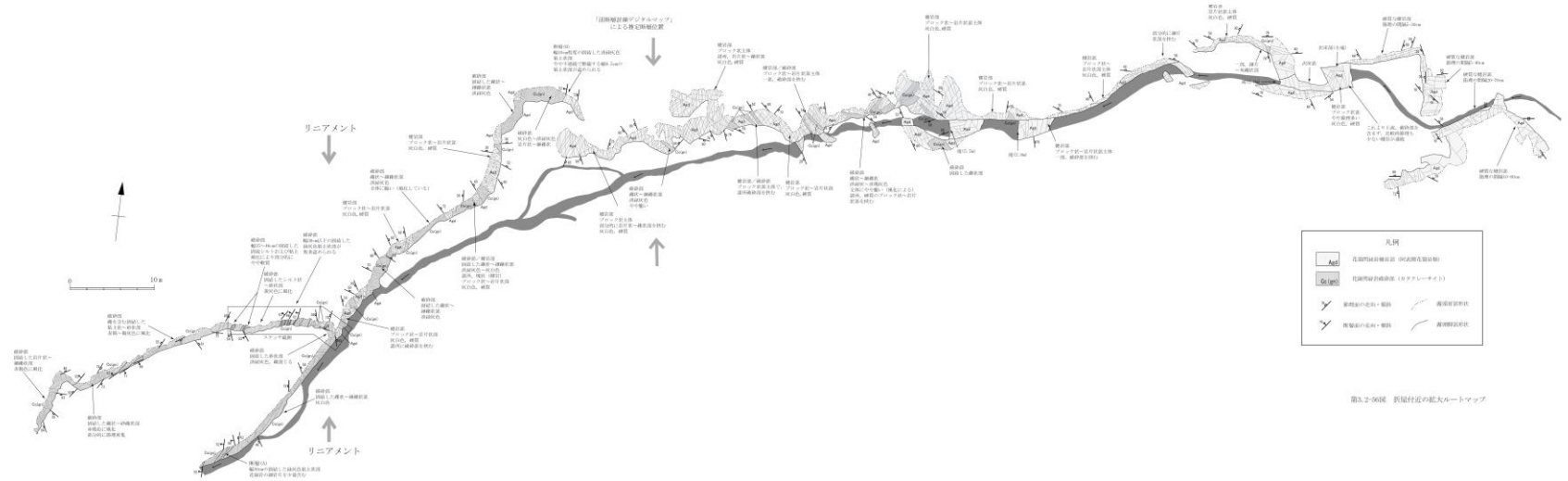
第 3. 2. 54 図 トレンチ拡大スケッチ (馬渡戸)



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。  
 （承認番号 平26情複、第337号）  
 及び  
 （承認番号 平26情複、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。

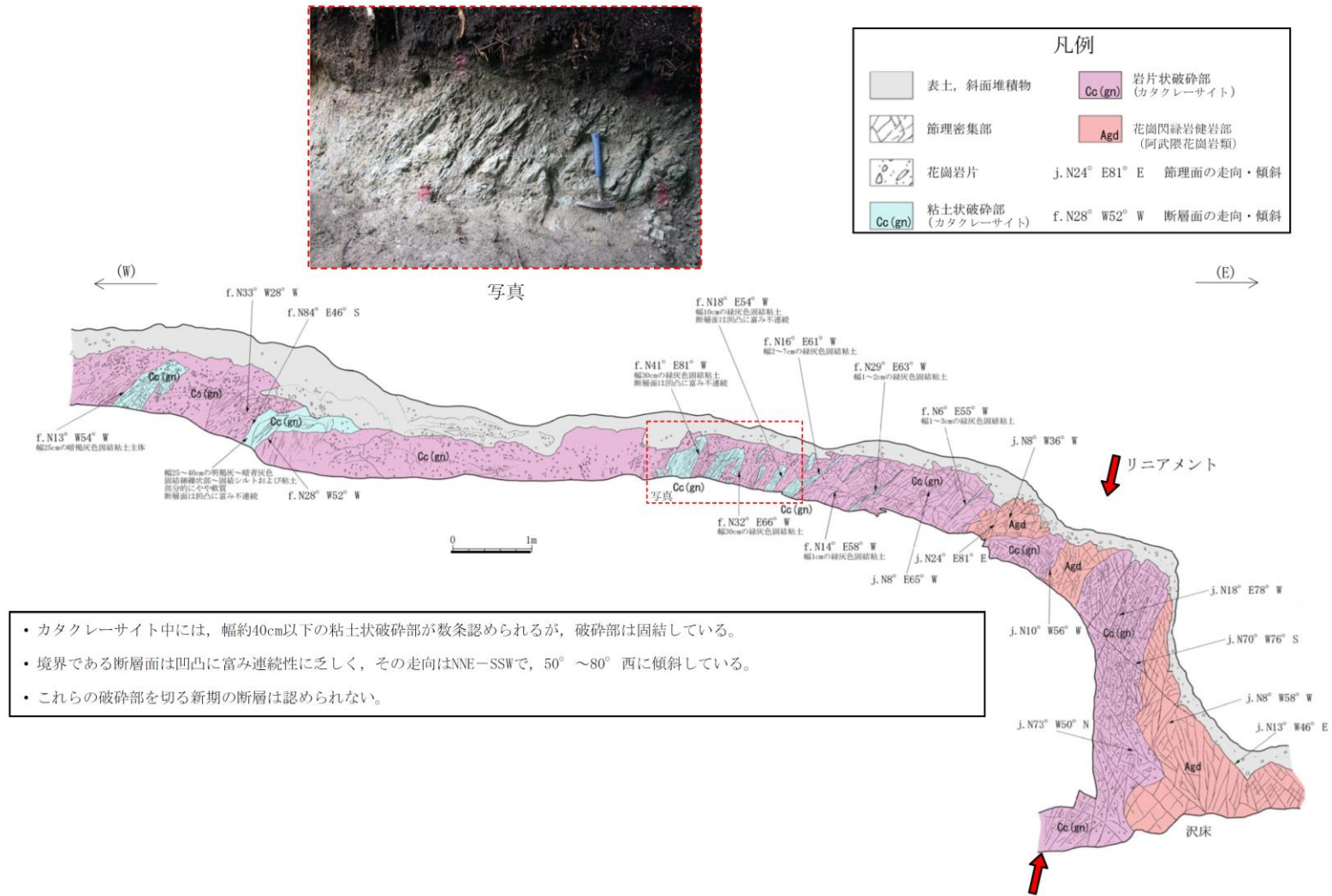


第 3. 2. 55 図 折屋付近の地質図



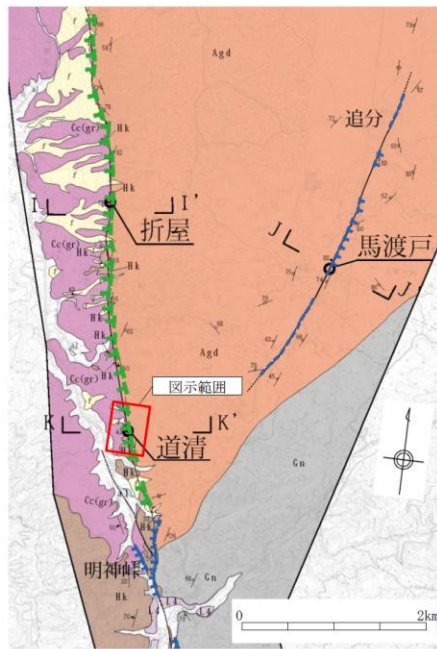
第 3. 2. 56 図 折屋付近の拡大ルートマップ

第3.2-56図 折屋付近の拡大ルートマップ

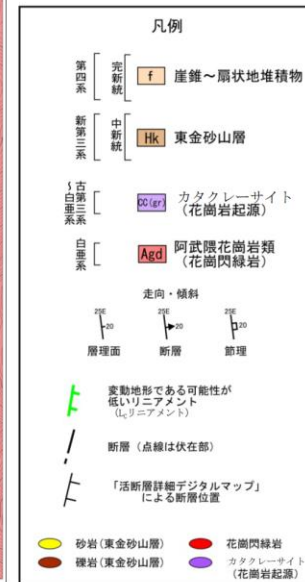
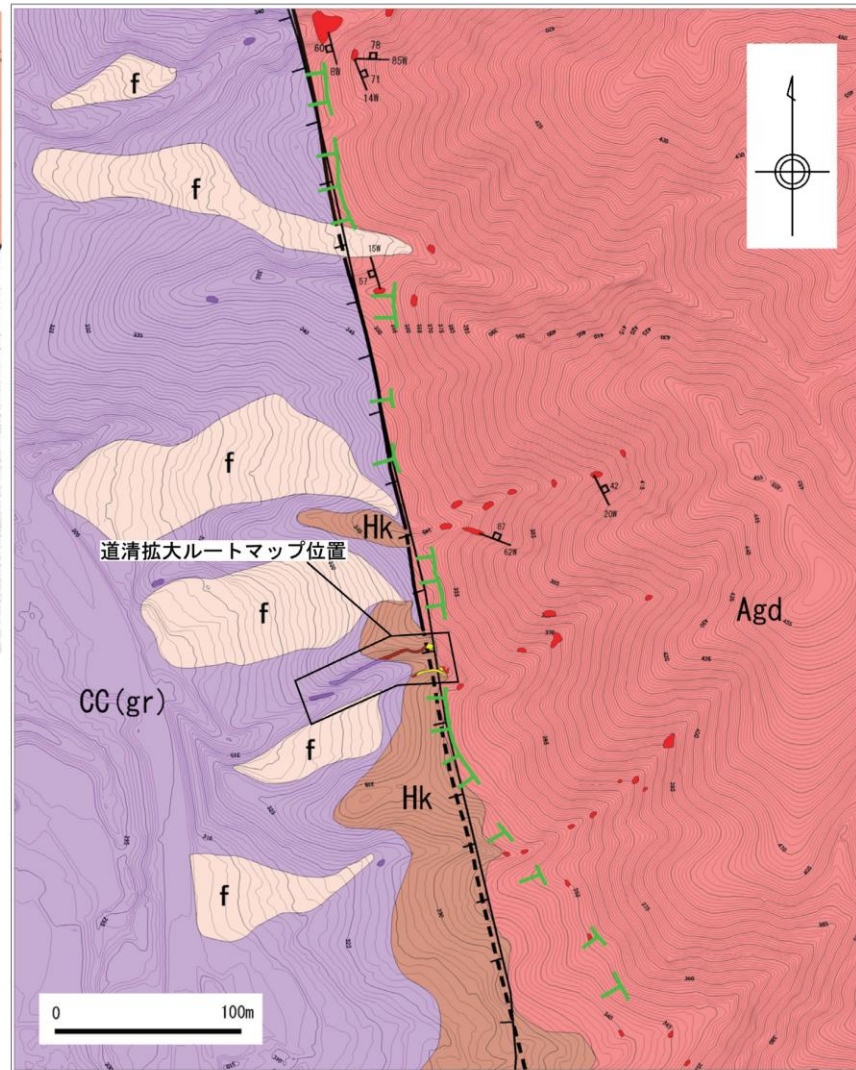


第 3. 2. 57 図 露頭スケッチ (折屋)

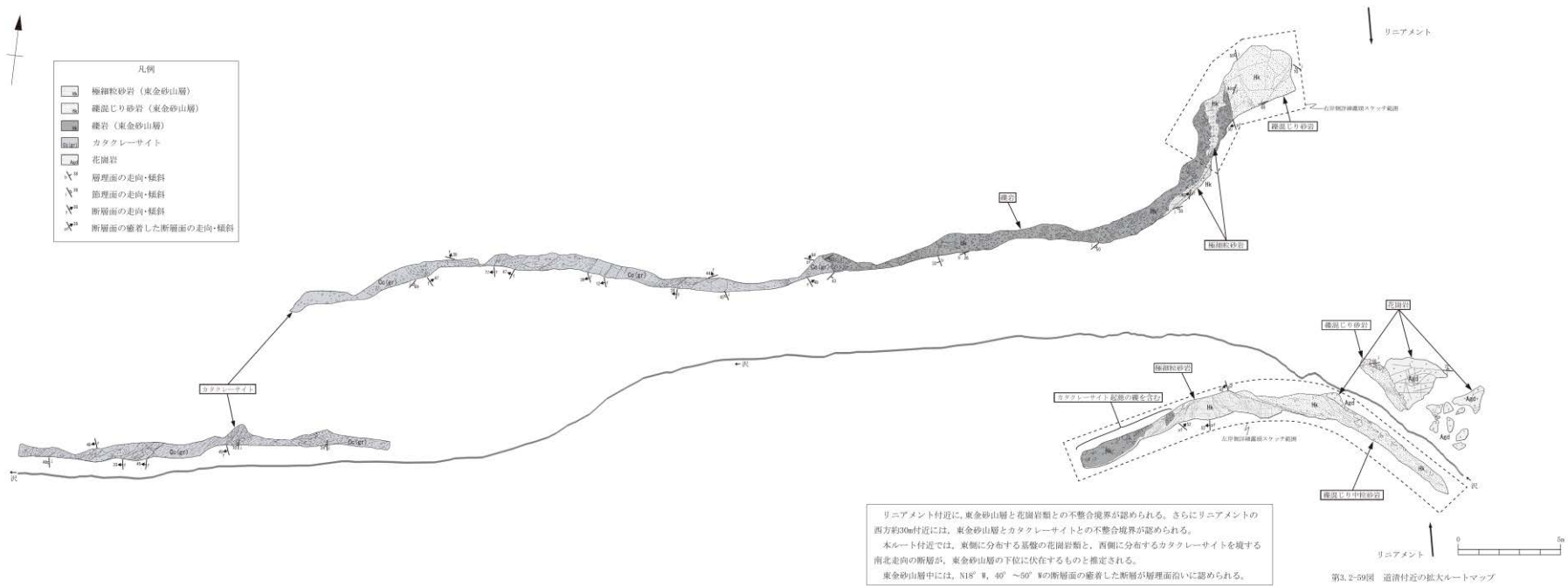




この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。  
 （承認番号 平26情復、第337号）及び  
 （承認番号 平26情復、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。



第 3. 2. 58 図 道清付近の地質図



第 3. 2. 59 図 道清付近の拡大ルートマップ

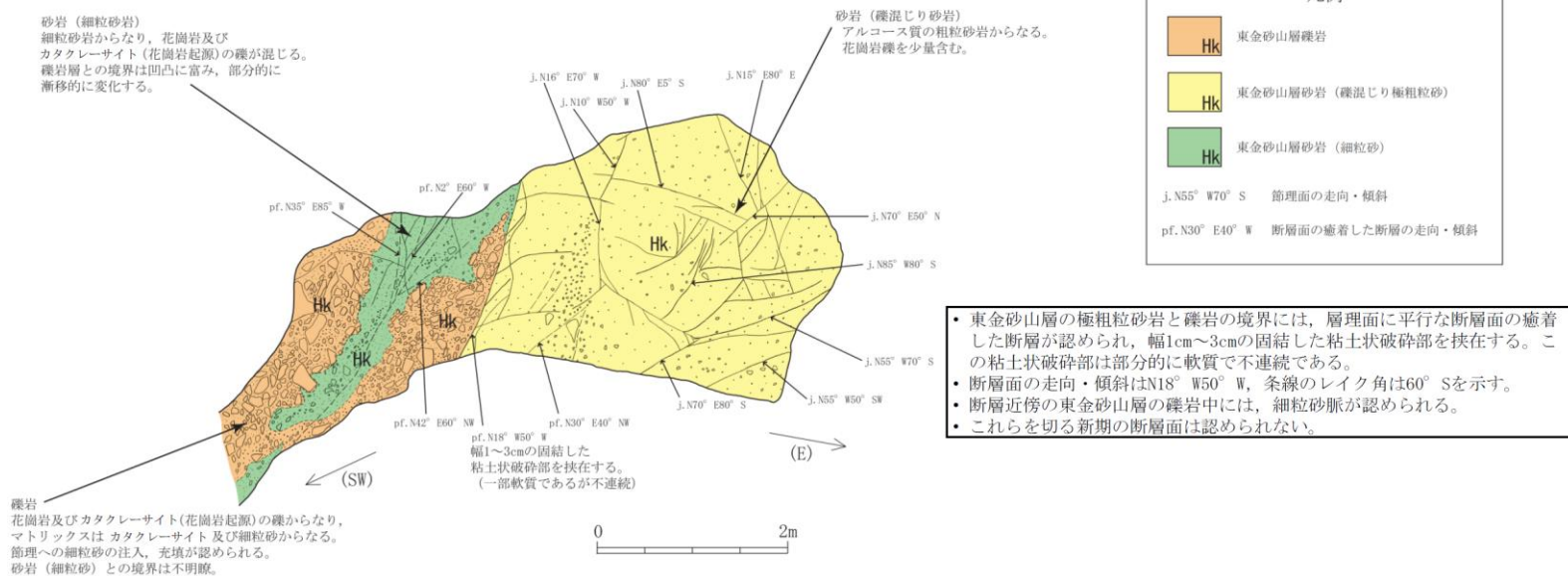


写真1 道清右岸側斜面露頭 (スケッチ箇所)

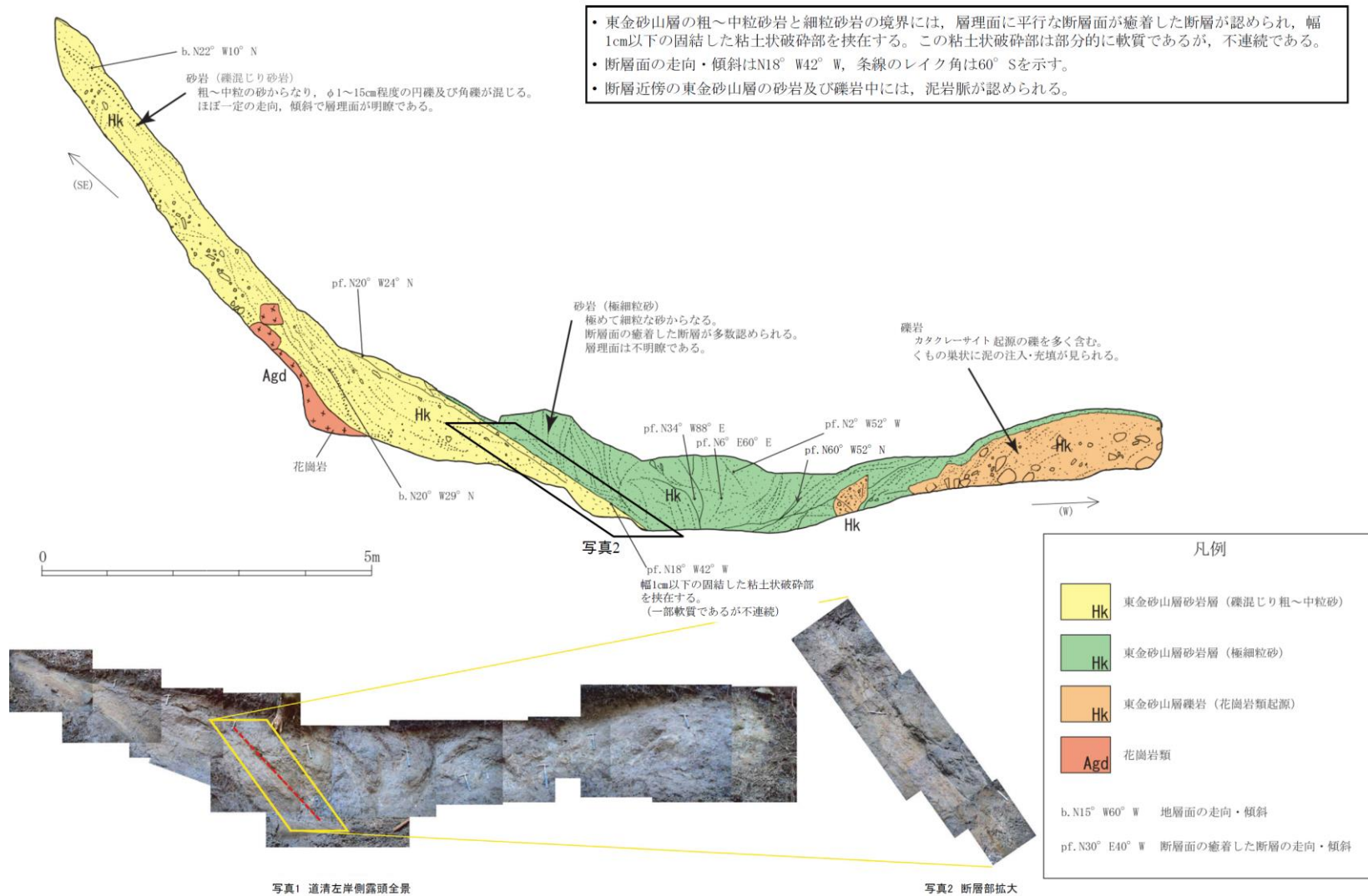


写真2 断層部拡大

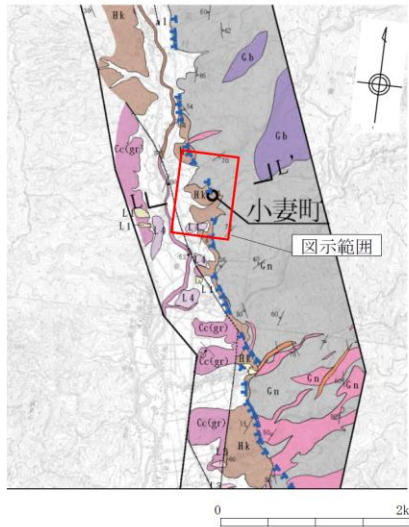
断層部拡大写真範囲 (写真2)



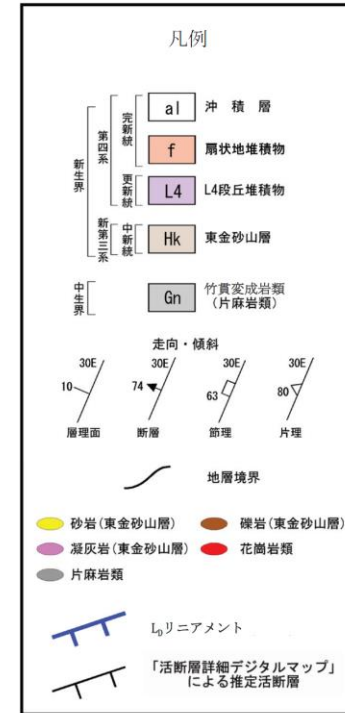
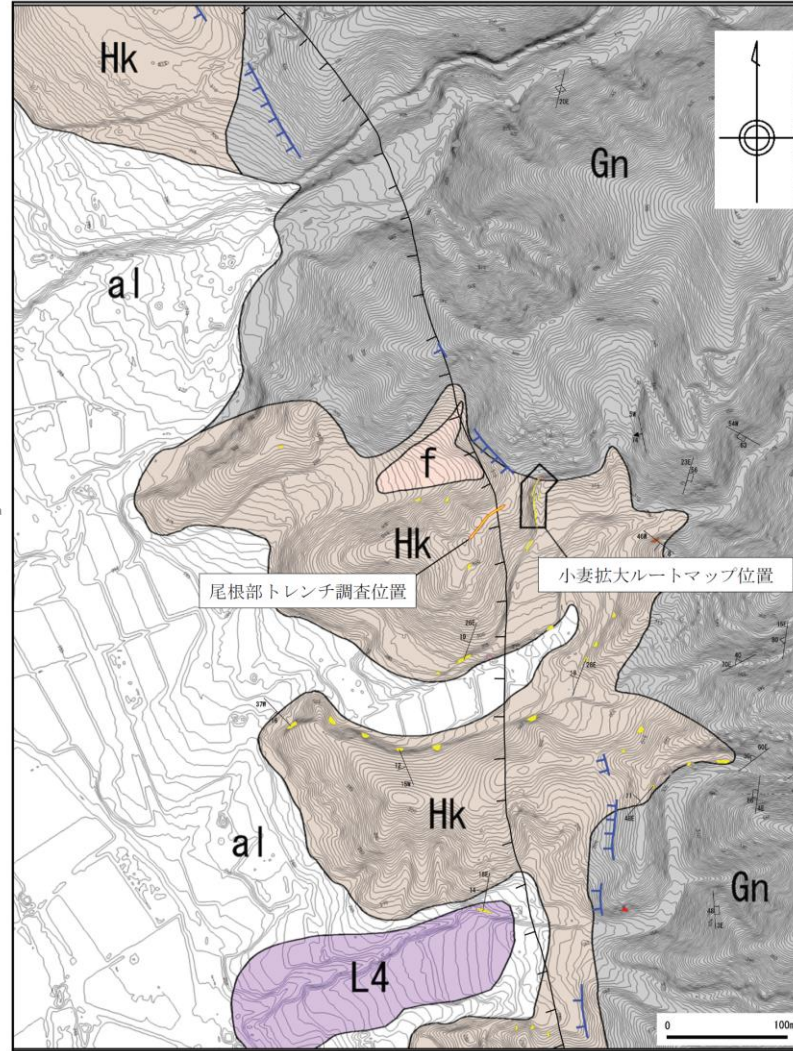
第 3. 2. 60 図 露頭スケッチ (道清右岸側)



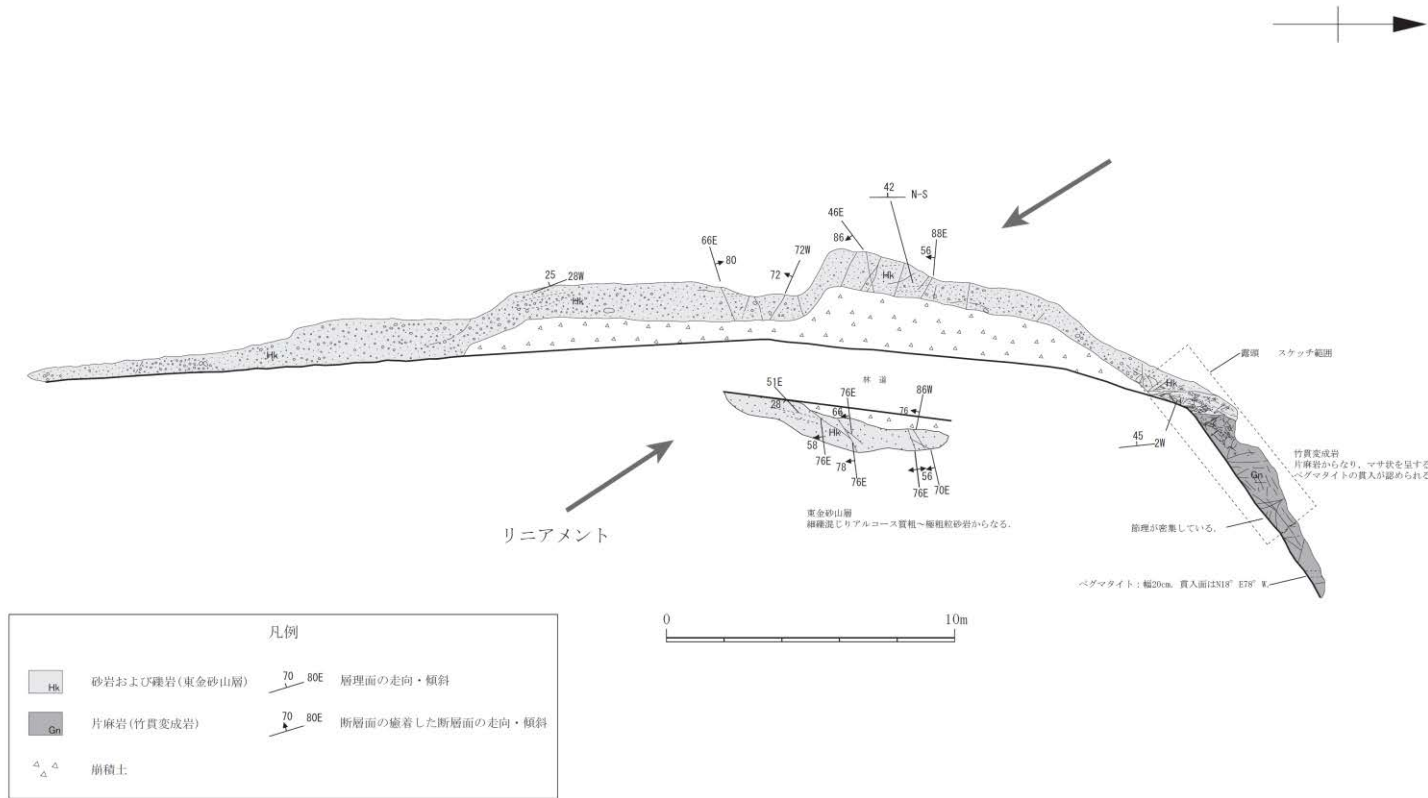
第 3. 2. 61 図 露頭スケッチ（道清左岸側）



この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。  
 （承認番号 平26情報、第337号）及び  
 （承認番号 平26情報、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院長の長の承認を得なければならない。

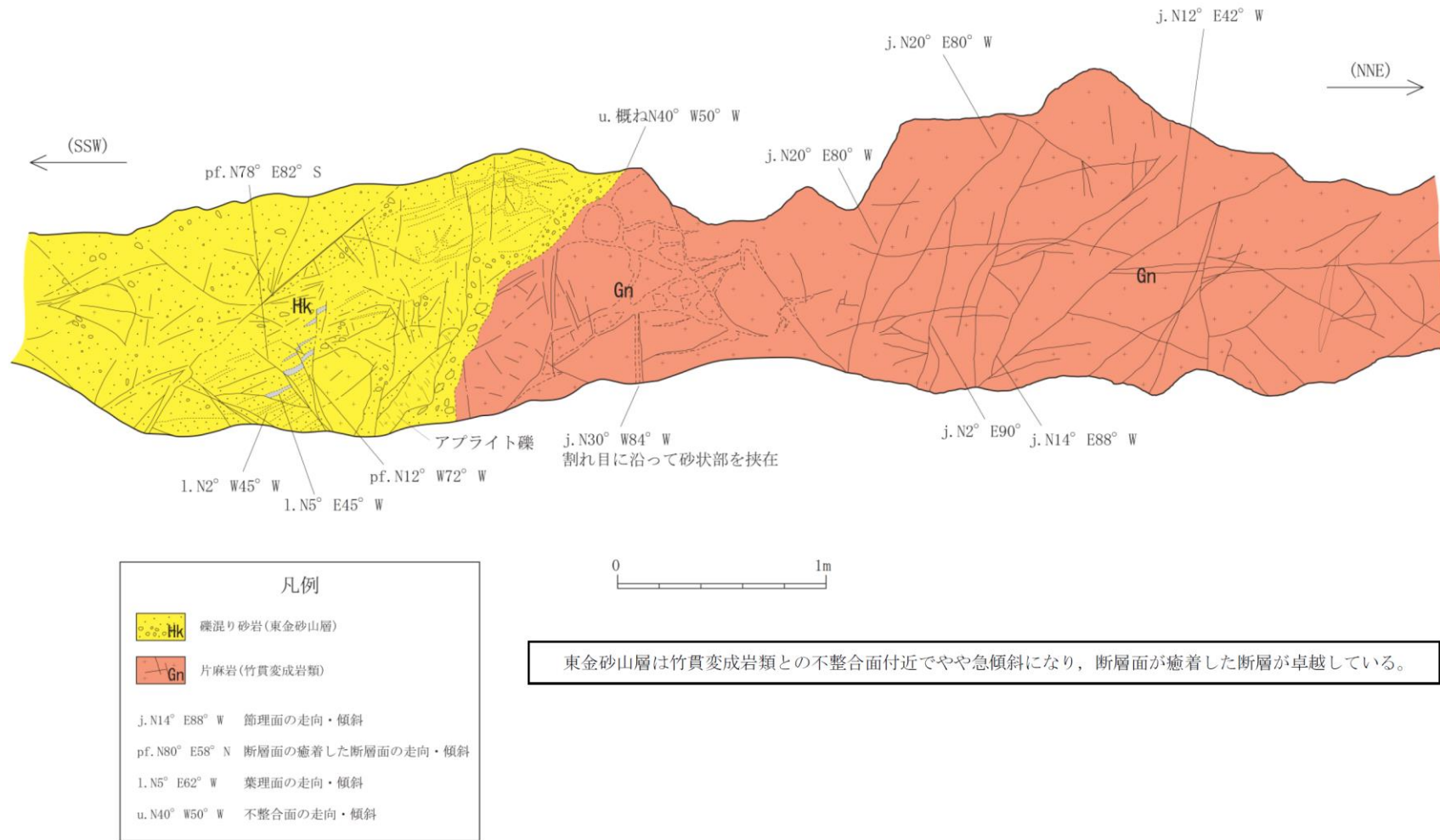


第 3. 2. 62 図 小妻町付近の地質図



リニアメントの南西側には東金砂山層の砂岩および礫岩が西ないしは南側へ25°程度傾斜して分布しており、北東側には竹貫変成岩類の片麻岩が分布する。  
東金砂山層は竹貫変成岩類との不整合面付近でやや急傾斜になり、小規模な変位をもたらす断層面の癒着した断層が卓越している。

第 3. 2. 63 図 小妻町付近の拡大ルートマップ



第 3. 2. 64 図 露頭スケッチ (小妻町)

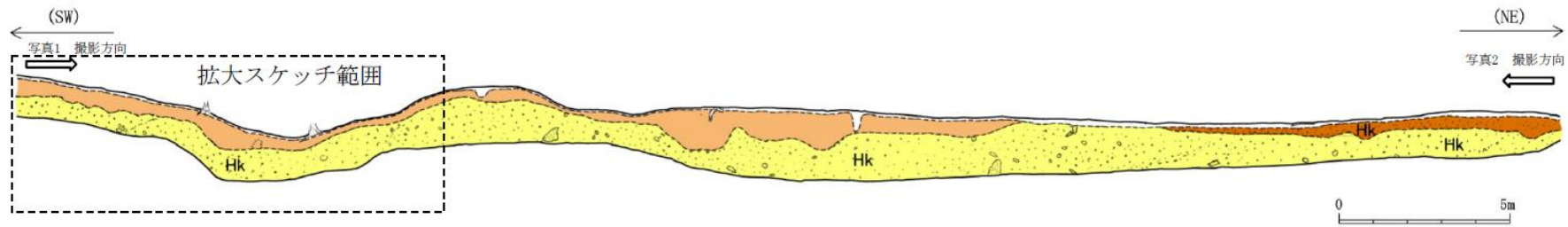


写真1 トレンチ全景 (南西端から撮影)



写真2 トレンチ全景 (北東端から撮影)

「活断層詳細デジタルマップ」  
による推定活断層位置

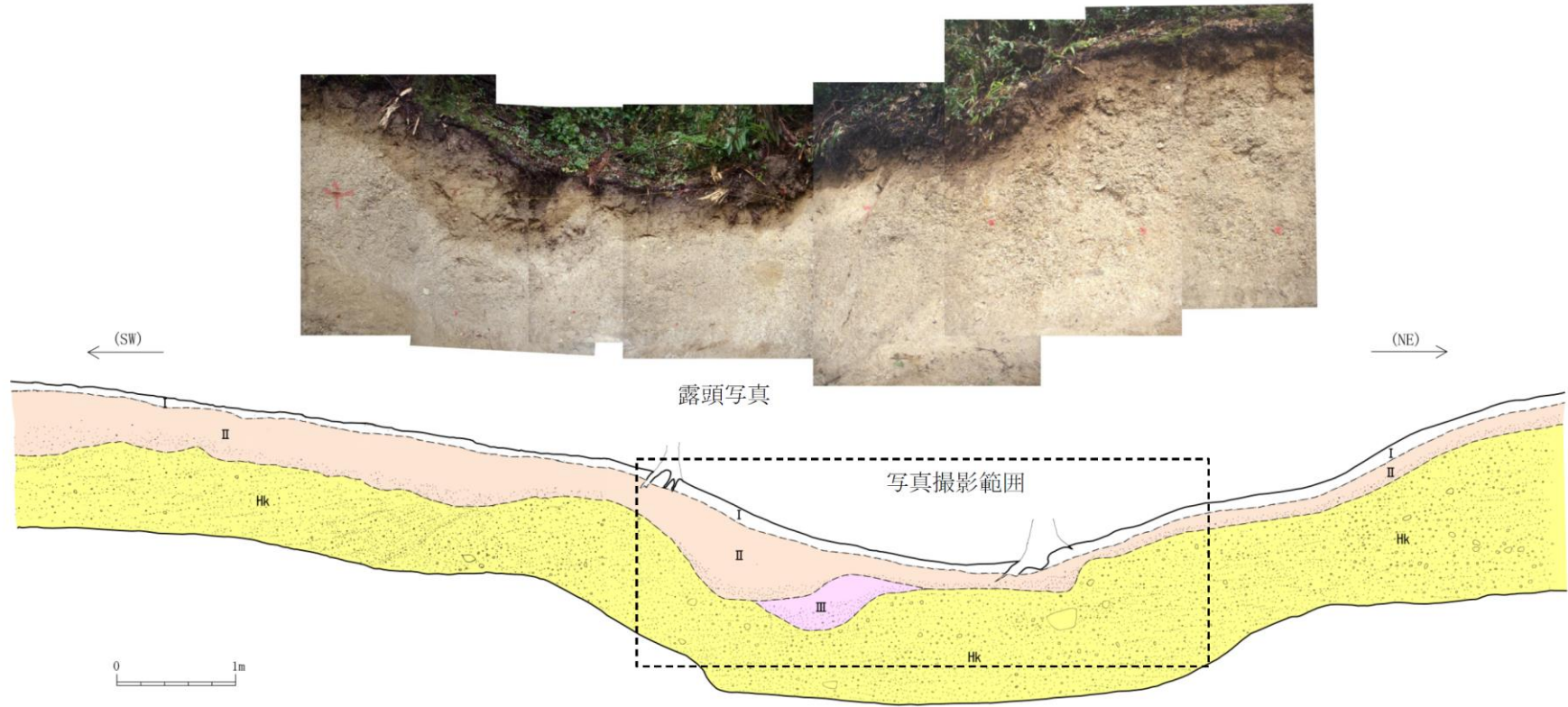


- 「活断層詳細デジタルマップ」で示されている推定活断層を横断して掘削したトレンチの壁面には、東金砂山層の礫岩が西に緩く傾斜して分布している。
- 礫岩には、破碎帯や急傾斜構造は認められない。

| 凡例 |                      |
|----|----------------------|
|    | 表土                   |
|    | 崖錐堆積物                |
|    | 礫質砂岩の強風化部<br>(東金砂山層) |
|    | 礫岩(東金砂山層)            |

第 3. 2. 65 図 トレンチスケッチ (小妻町)



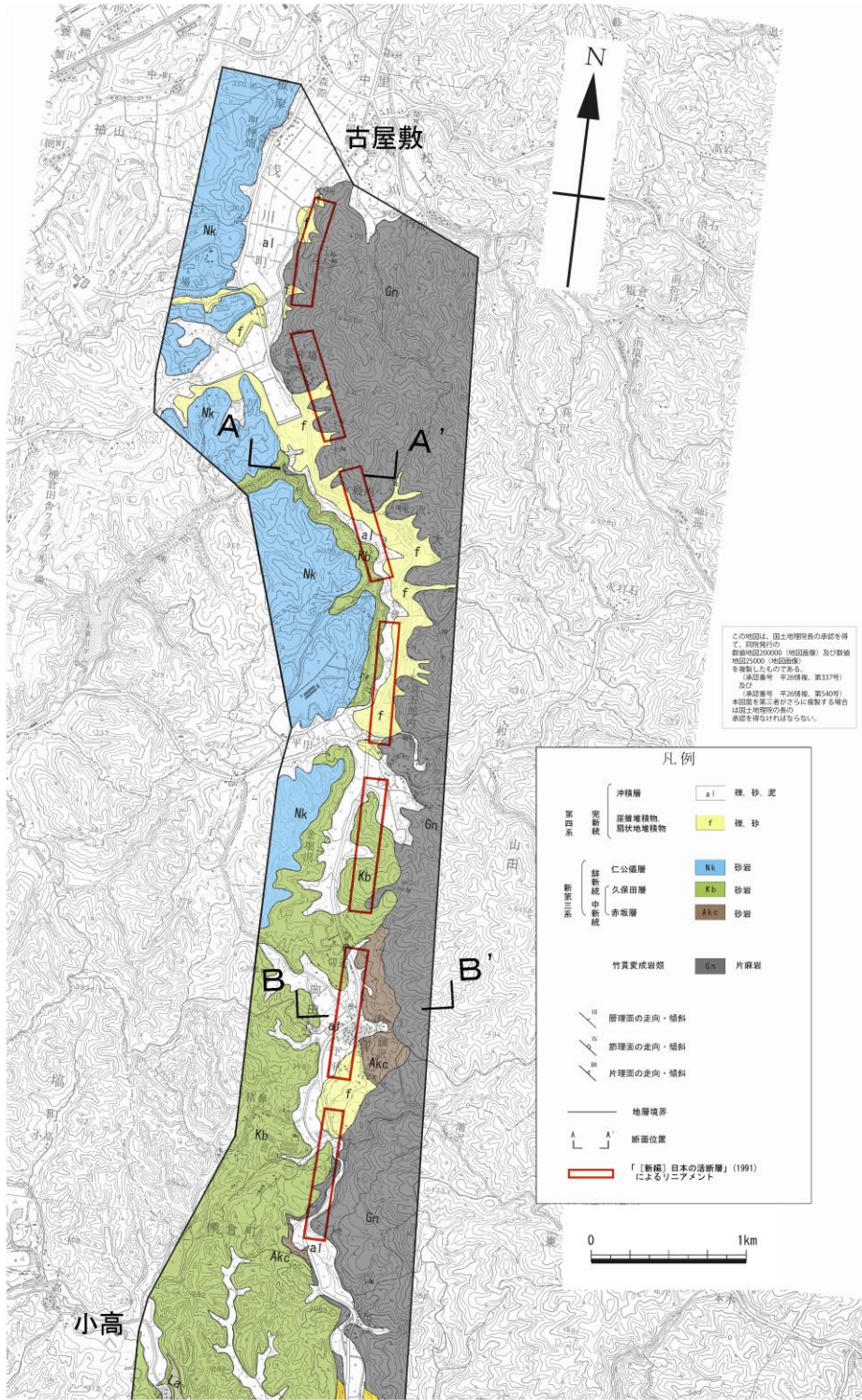


- 鞍部直下では、チャンネル状に堆積する崖錐堆積物が認められるが、東金砂山層礫岩及び崖錐堆積物中に断層運動を示唆する変形構造は認められない。
- 東金砂山層礫岩中には、不明瞭ではあるが部分的に緩い傾斜の堆積粒子の配列が認められる。

| 凡例  |            |
|-----|------------|
| I   | 表土         |
| II  | シルト混じり砂層   |
| III | 礫混じり砂層     |
| Hk  | 礫岩 (東金砂山層) |

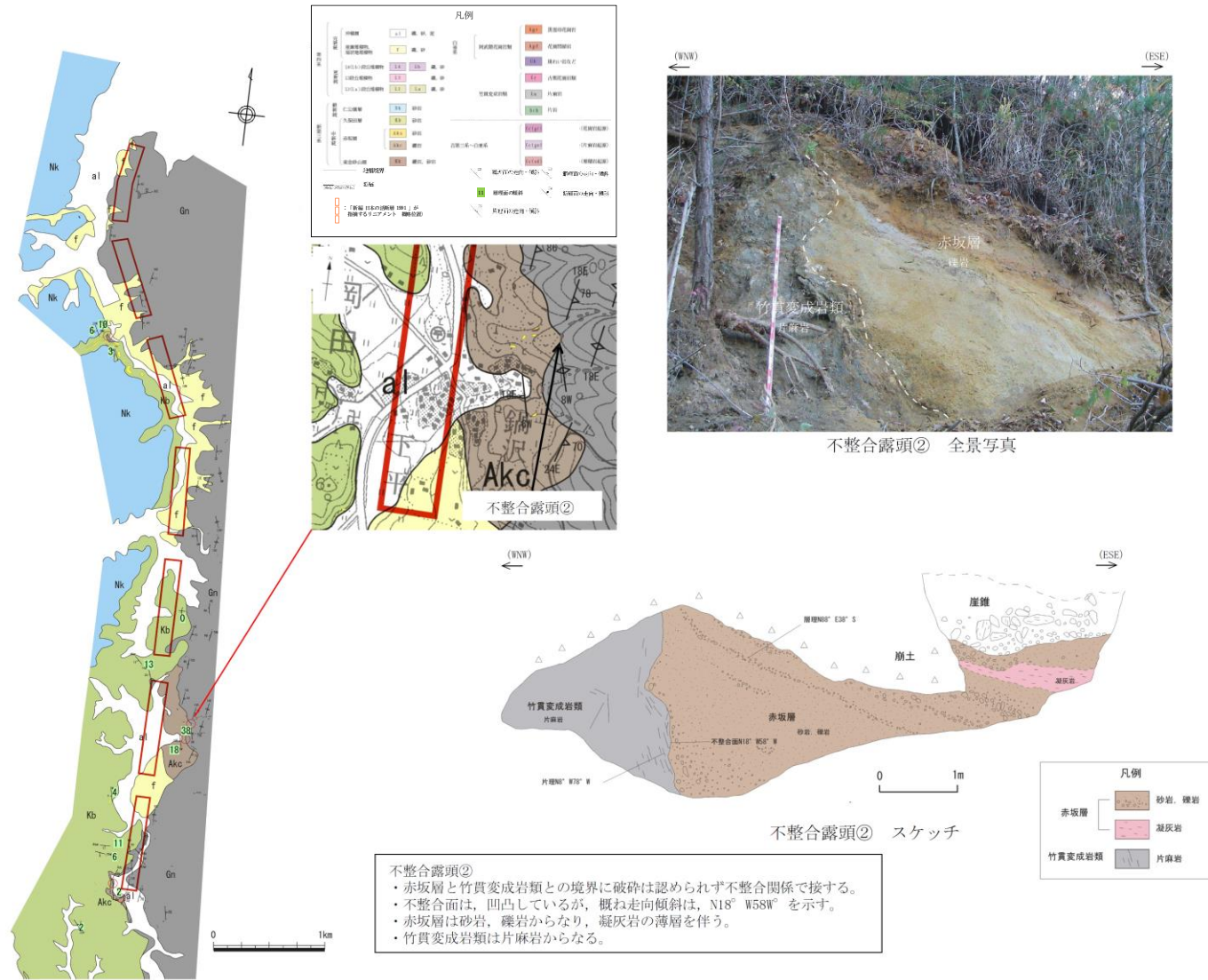
崖錐堆積物

第 3. 2. 66 図 トレンチ拡大スケッチ (小妻町)



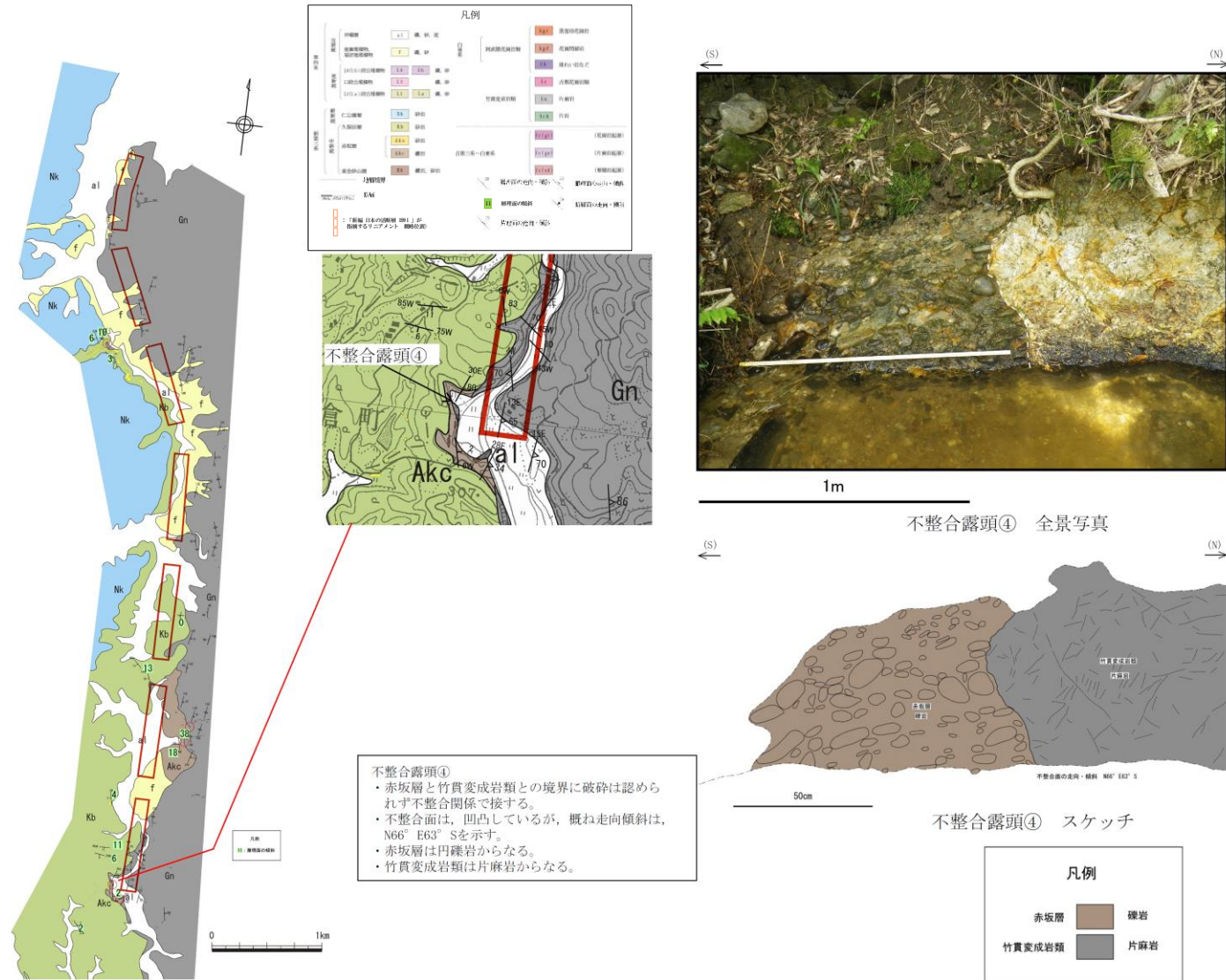
第 3. 2. 67 図 「[新編]日本の活断層(1991)」のリニアメント周辺(古屋敷～小高東方)の地質図





第 3. 2. 69 図 露頭スケッチ (古屋敷～小高東方②)



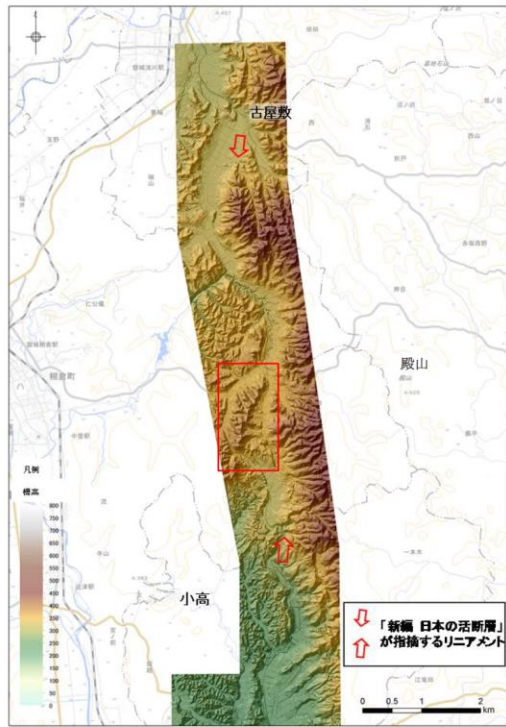


第 3. 2. 71 図 露頭スケッチ (古屋敷~小高東方④)

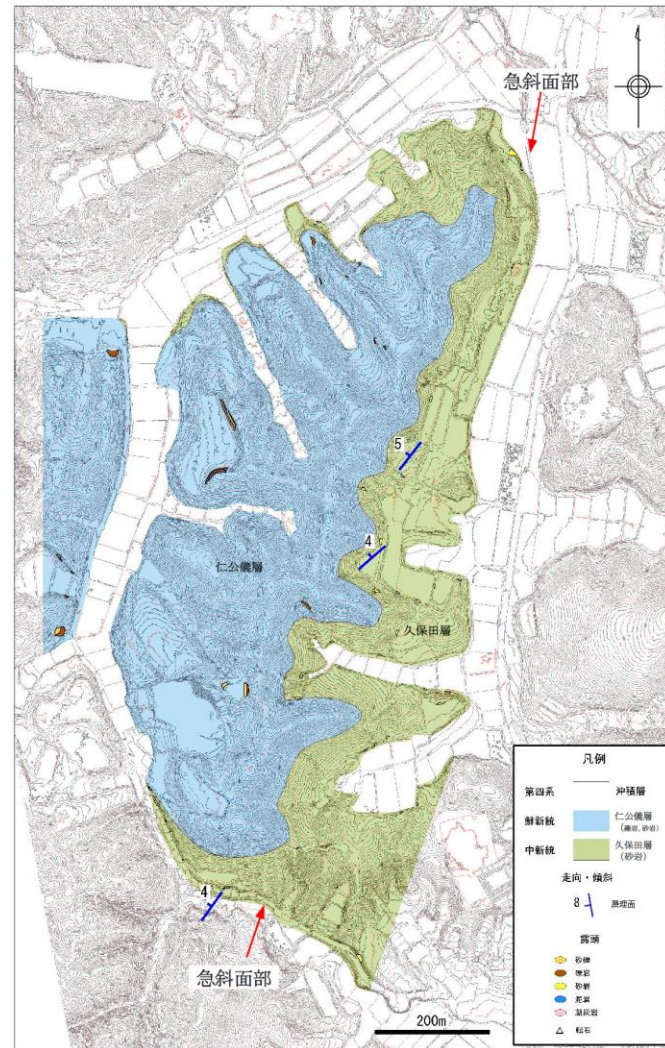




この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。  
 （承認番号 平26情復、第337号） 及び  
 （承認番号 平26情復、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院長の承認を得なければならない。



段彩陰影図（1mメッシュDEM、高さ5倍強調）



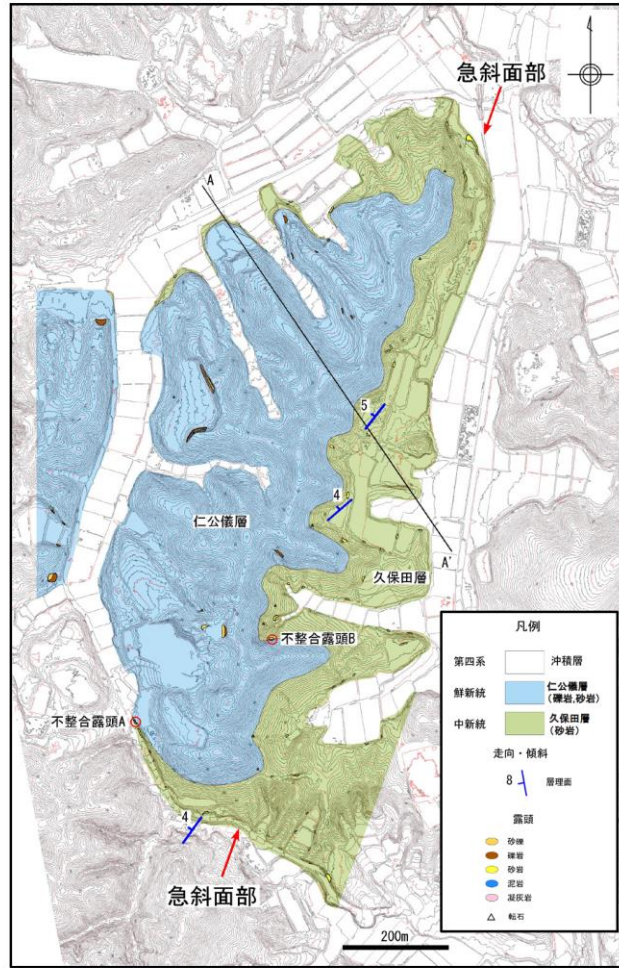
殿山西方の地質平面図

第 3. 2. 73 図(1) 殿山西方周辺の地表地質調査結果 (1)

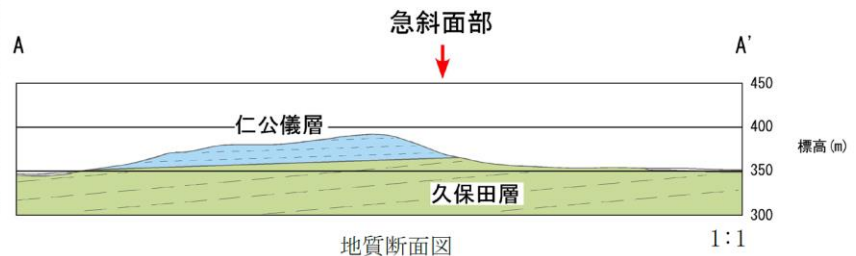
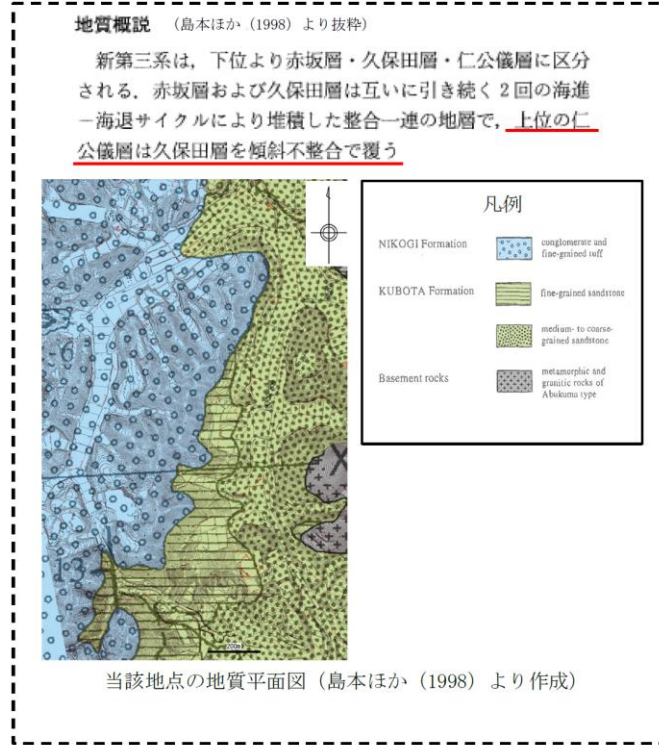




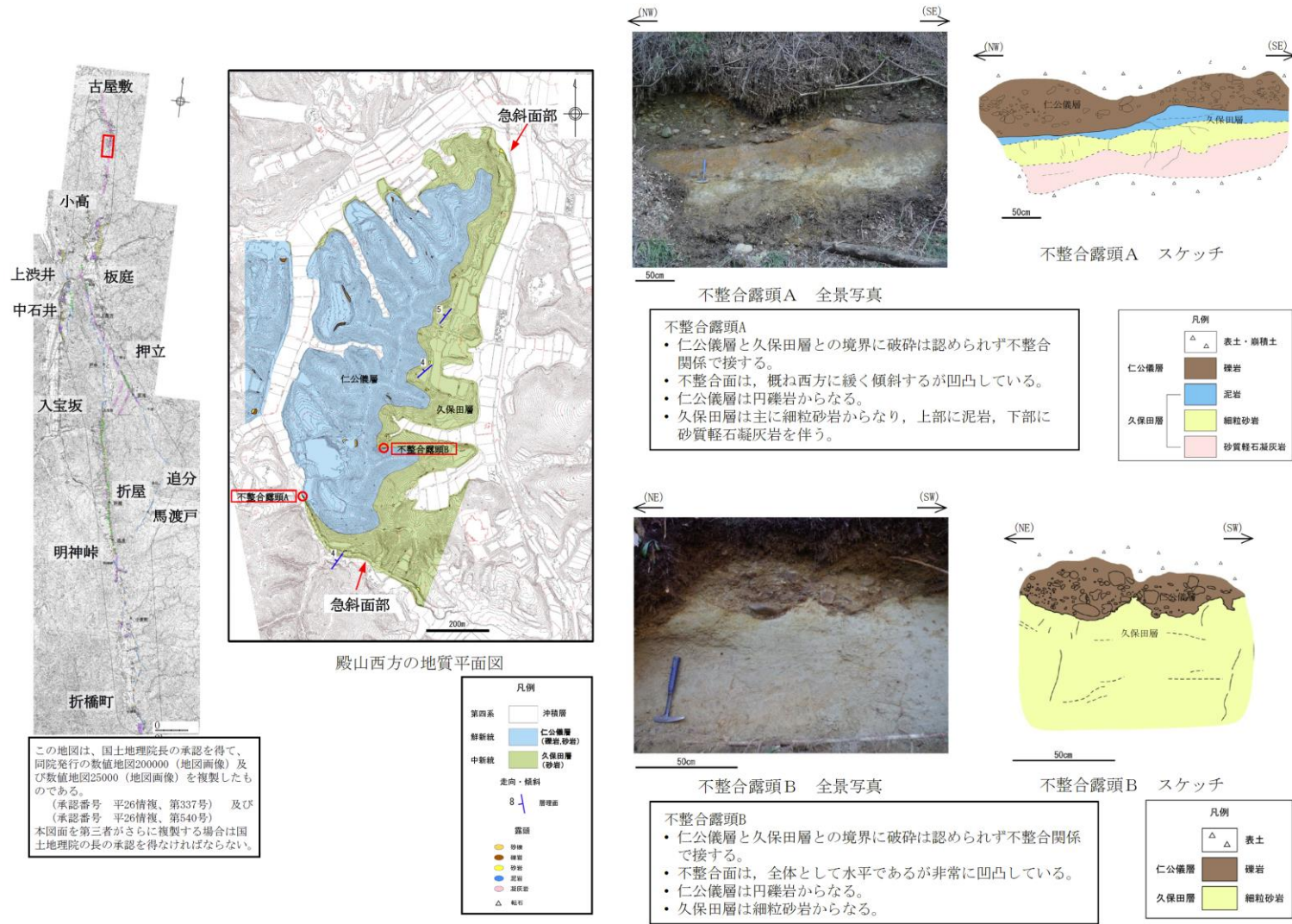
この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000（地図画像）及び数値地図25000（地図画像）を複製したものである。  
 （承認番号 平26情復、第337号） 及び  
 （承認番号 平26情復、第540号）  
 本図面を第三者がさらに複製する場合は国土地理院の長の承認を得なければならない。



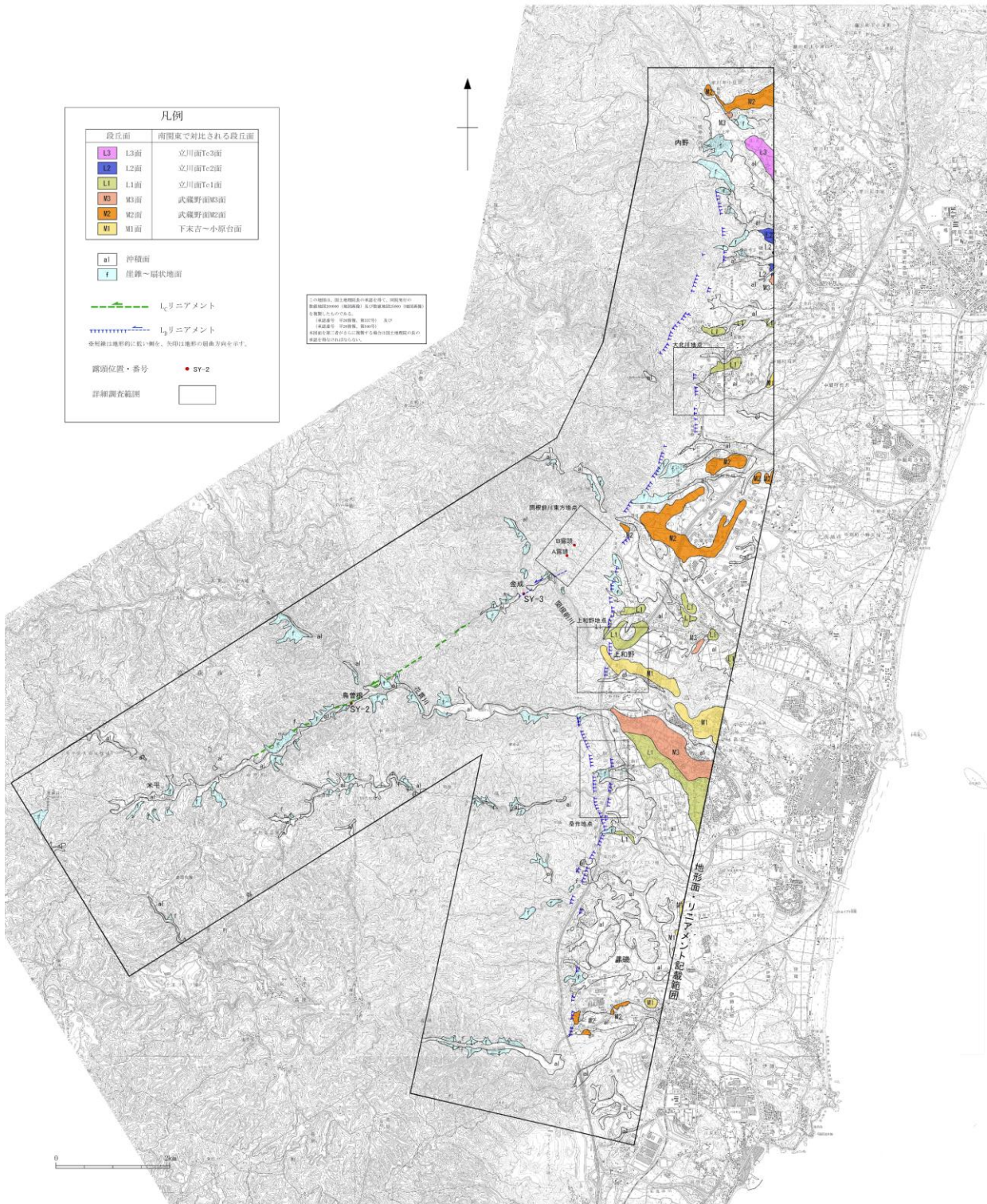
殿山西方の地質平面図



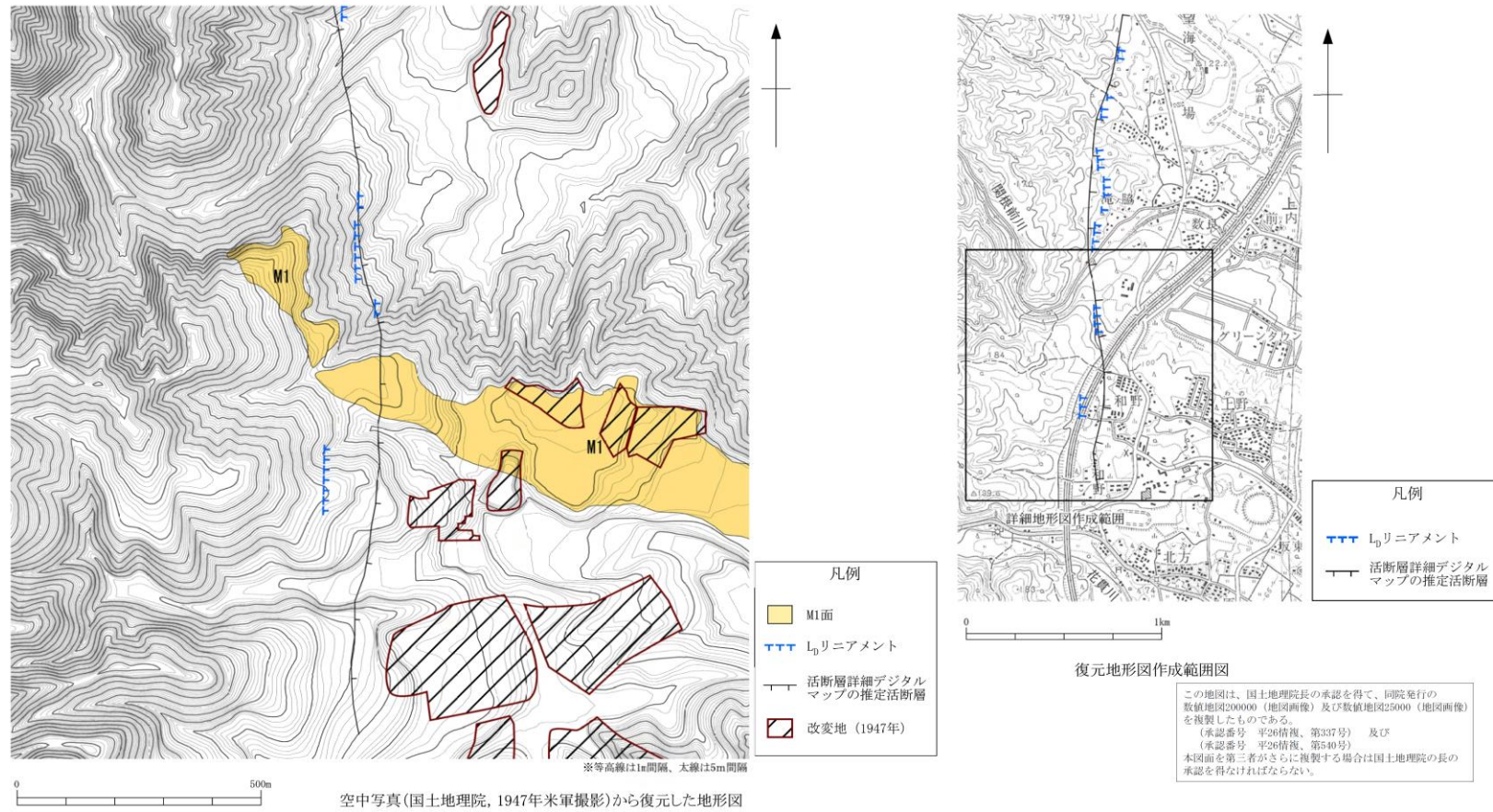
第 3. 2. 73 図 (2) 殿山西方周辺の地表地質調査結果 (2)



第 3. 2. 73 図(3) 殿山西方周辺の地表地質調査結果 (3)

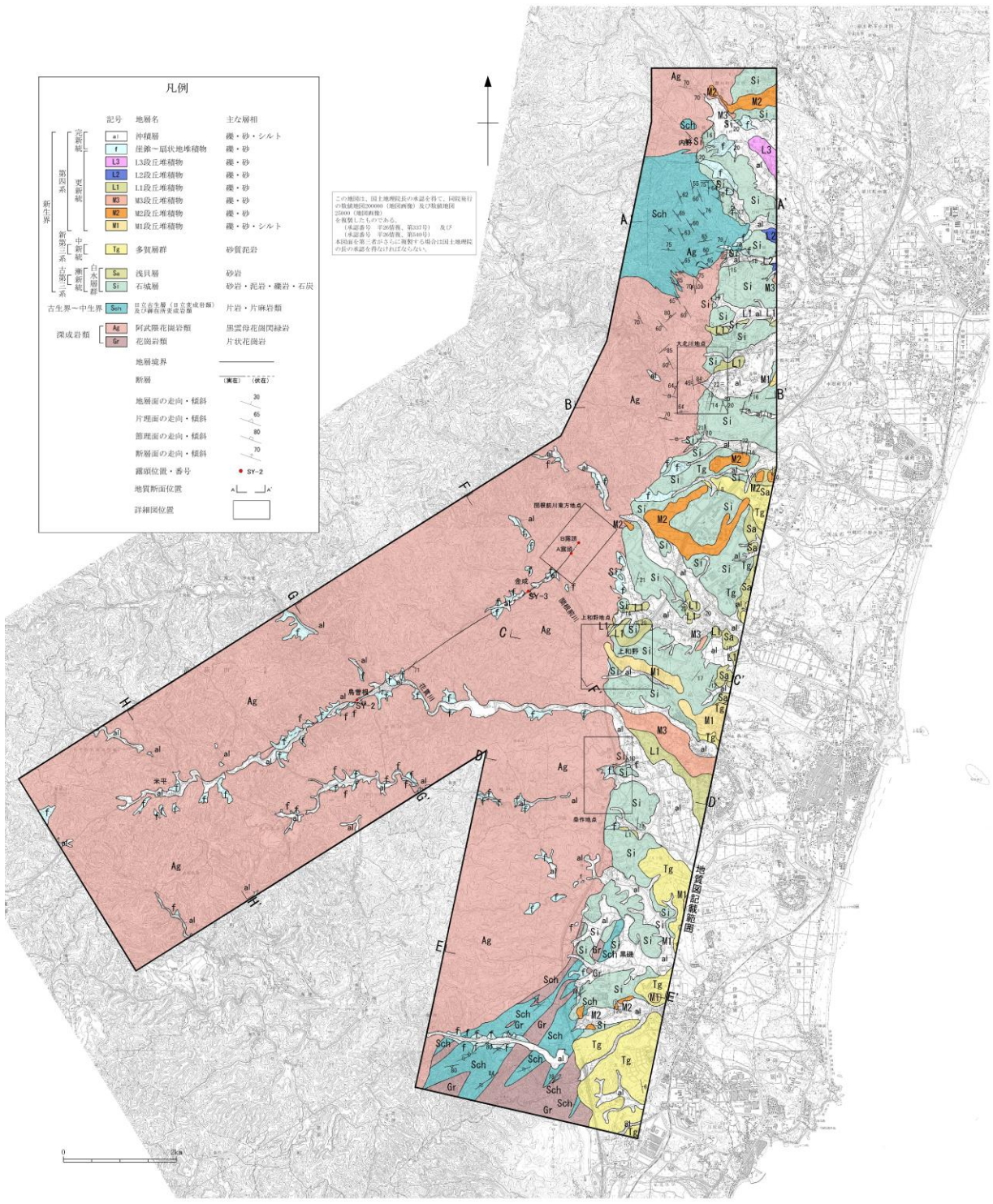


第 3.2.74 図 関口ー黒磯リニアメント及び関口ー米平リニアメント周辺の変動地形学的調査結果

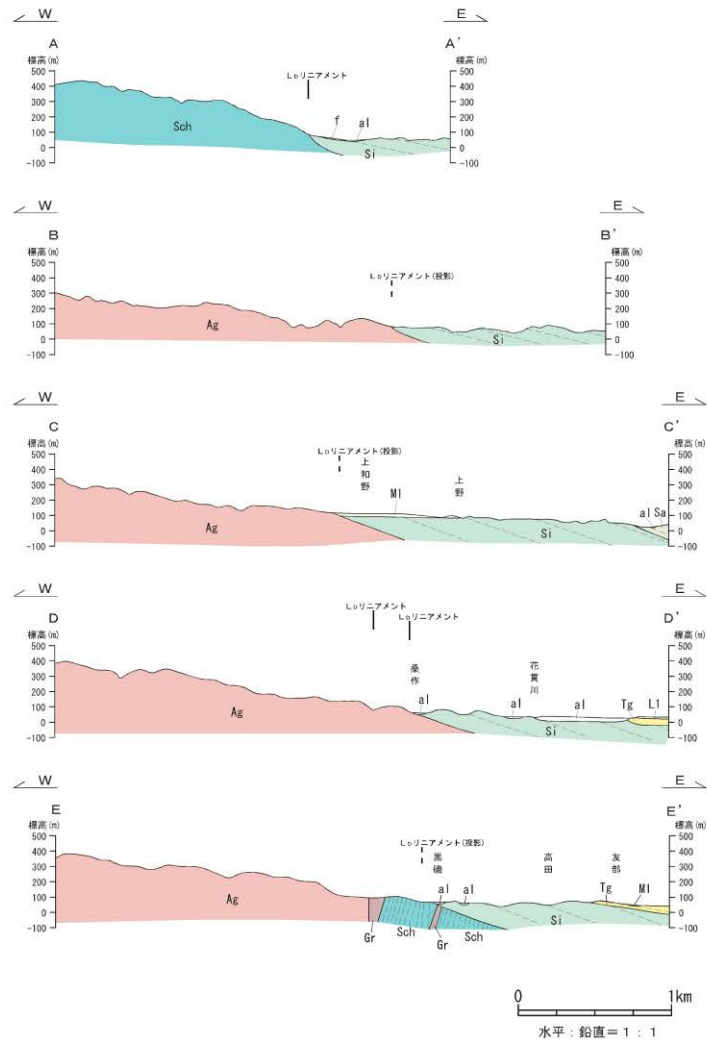


1947年撮影の空中写真(国土地理院)から、空中三角測量により地形図を作成し、常磐高速道路開通以前の地形を復元した。リニアメントを横断して分布するM1面上に高度差は認められない。

第 3. 2. 75 図 上和野付近の復元地形図



第 3.2.76 図 関口-黒磯リニアメント及び関口-米平リニアメント周辺の地質図



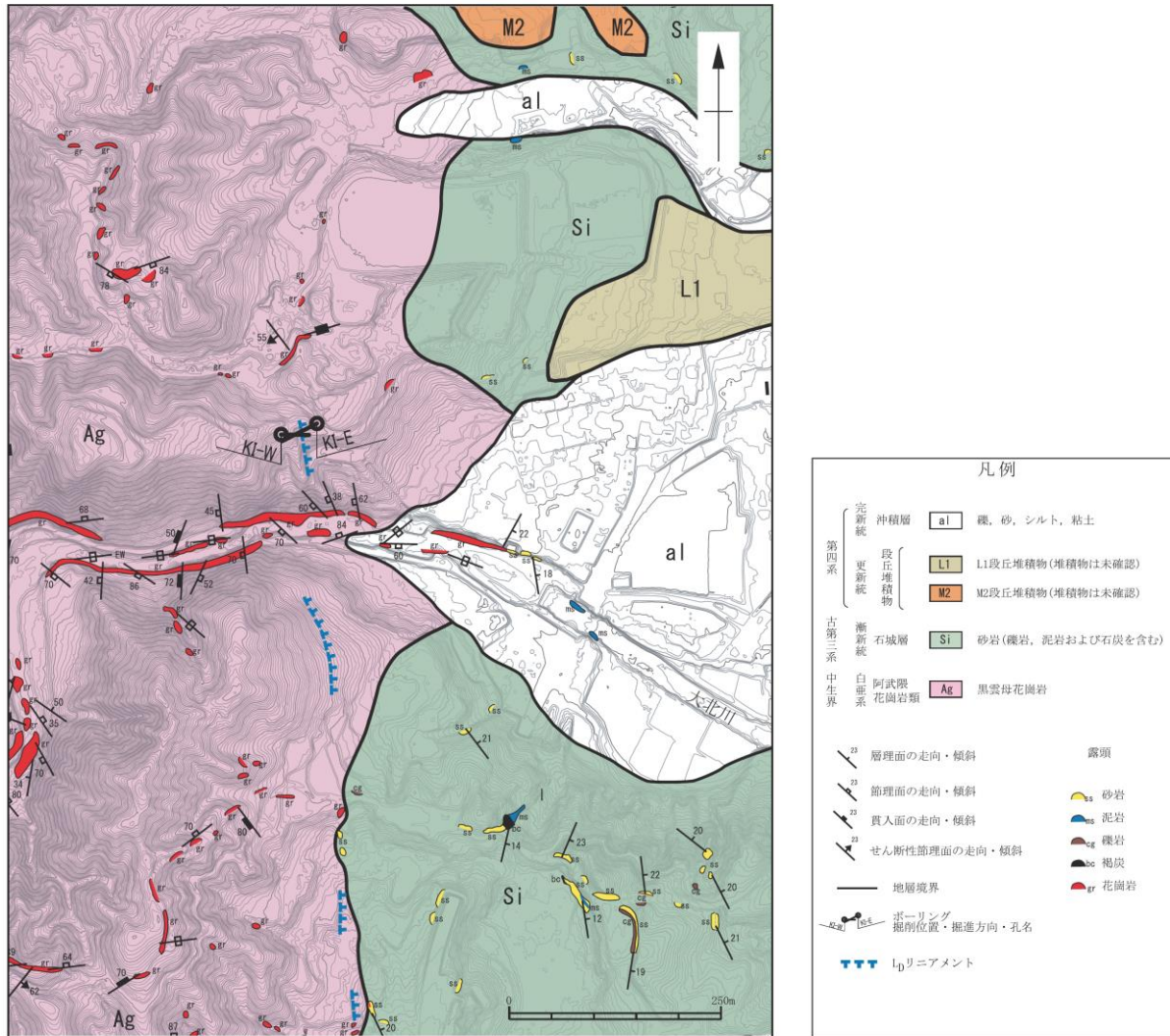
**地質断面図凡例**

| 記号  | 地層名                      | 主な層相        |
|-----|--------------------------|-------------|
| al  | 沖積層                      | 礫・砂・シルト     |
| f   | 崖錐～扇状地堆積物                | 礫・砂         |
| L1  | L1段丘堆積物                  | 礫・砂         |
| M1  | M1段丘堆積物                  | 礫・砂・シルト     |
| Tg  | 多賀層群                     | 砂質泥岩        |
| Sa  | 浅貝層                      | 砂岩          |
| Si  | 石城層                      | 砂岩・泥岩・礫岩・石炭 |
| Sch | 日立古生層 (日立変成岩類) 及び御在所変成岩類 | 片岩・片麻岩類     |
| Ag  | 阿武隈花崗岩類                  | 黒雲母花崗閃緑岩    |
| Gr  | 花崗岩類                     | 片状花崗岩       |

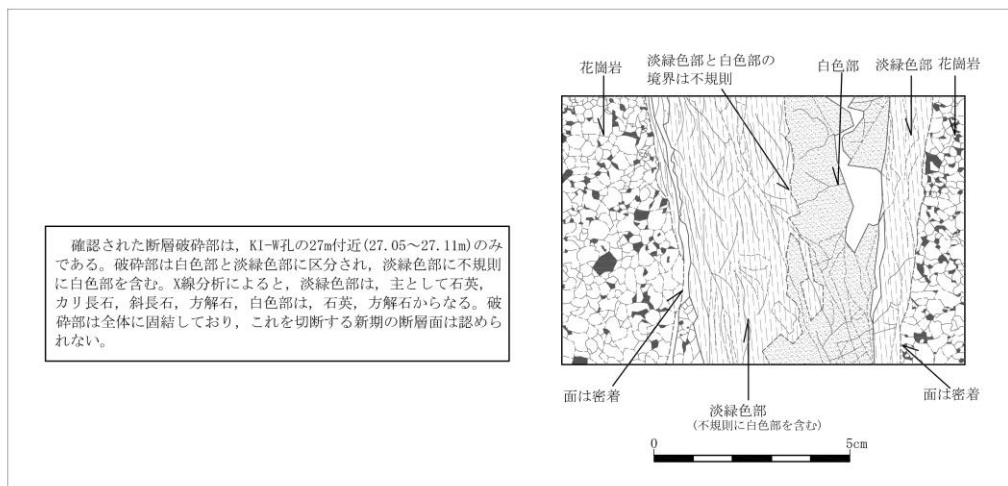
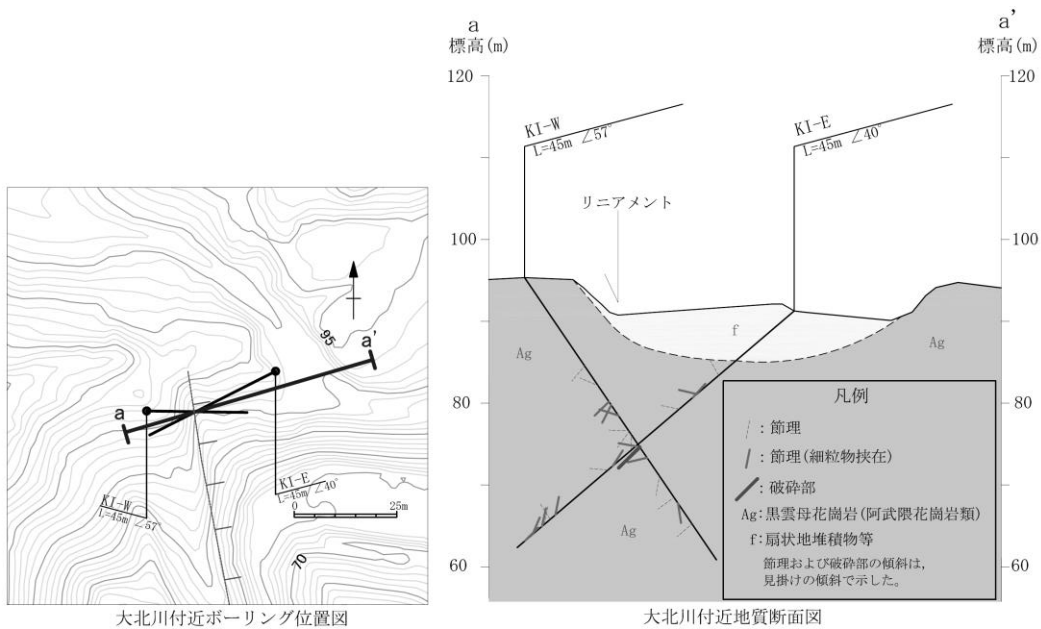
  

|       |          |
|-------|----------|
| —     | 地層境界     |
| - - - | 層理面・片理面  |
|       | リニアメント位置 |

第 3. 2. 77 図 関ロ-黒磯リニアメント周辺の地質断面図



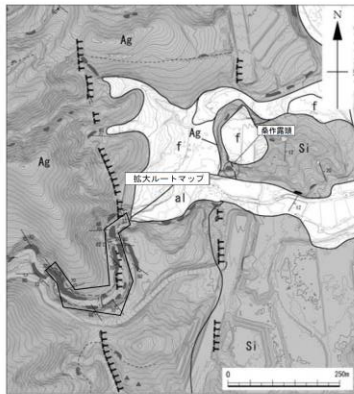
第 3. 2. 78 図 大北川付近のルートマップ



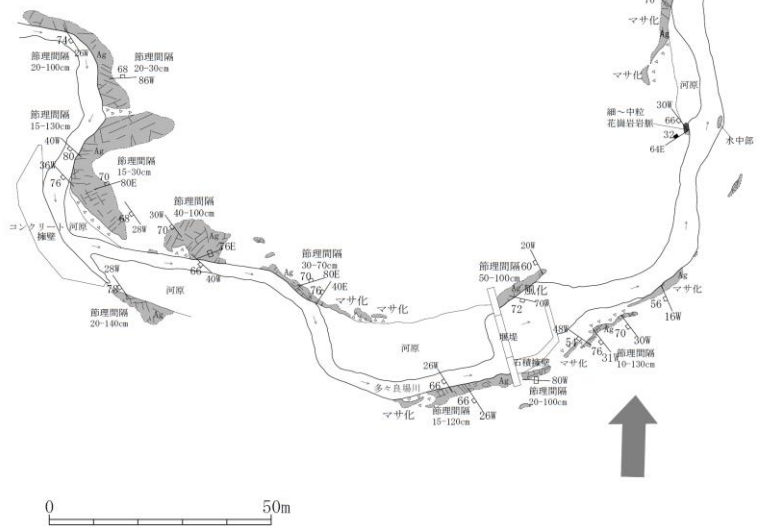
破碎部の研磨片観察結果

第 3. 2. 79 図 大北川付近の地質断面図及び研磨片観察結果





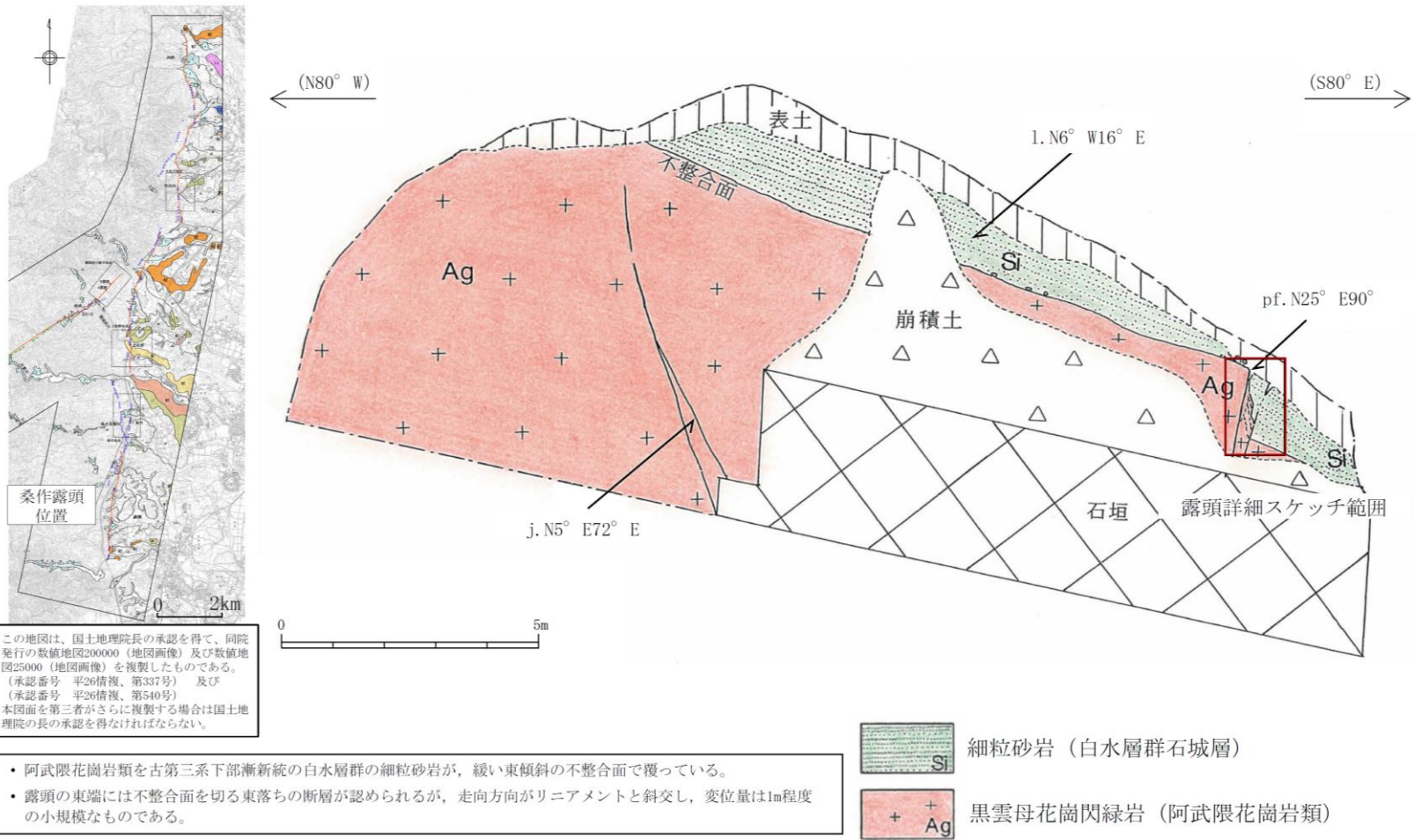
拡大ルートマップ位置図



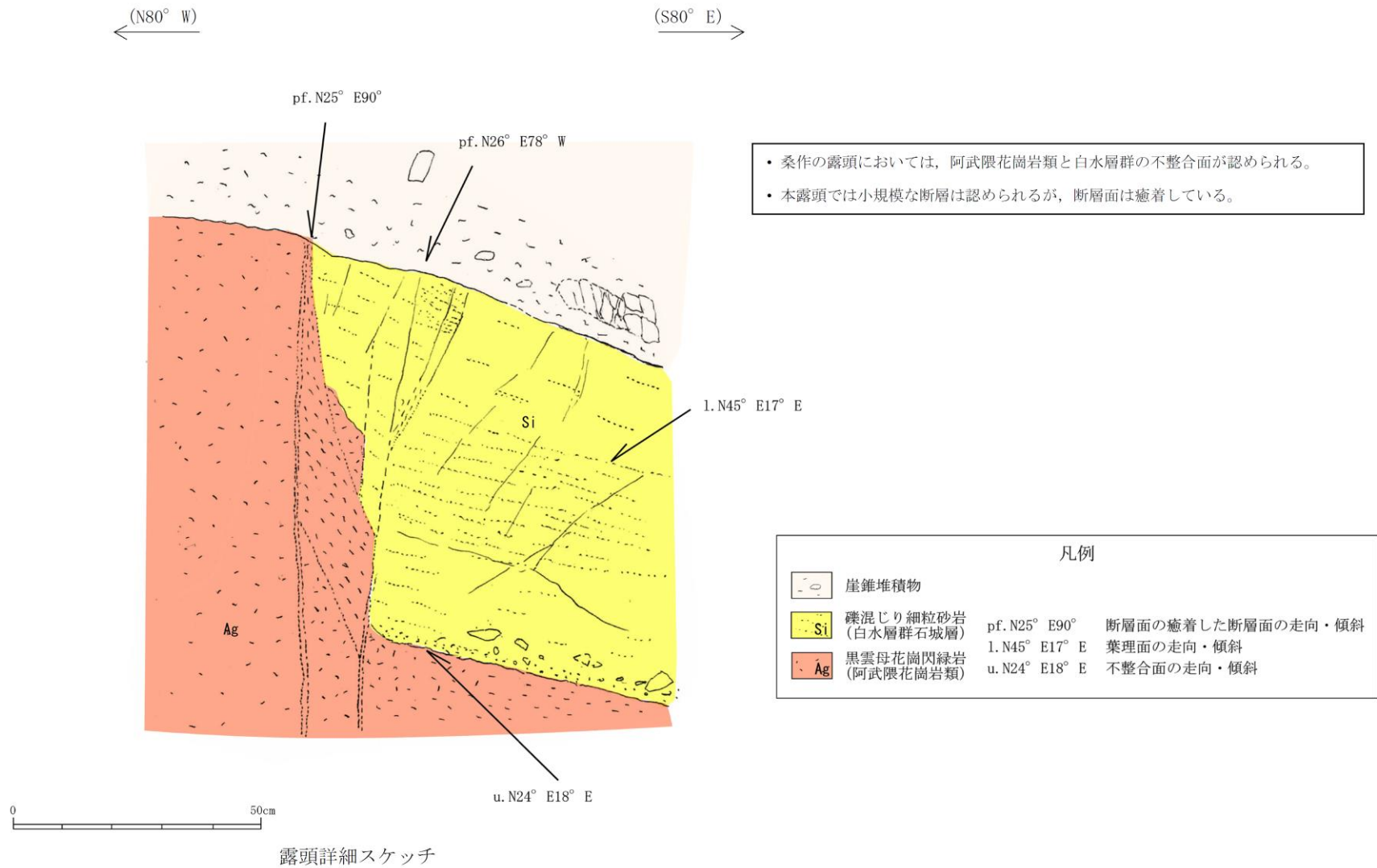
| 凡例 |                  |
|----|------------------|
|    | 阿武隈花崗岩類          |
|    | 節理               |
|    | 崩壊土              |
|    | リニアメントの位置        |
|    | 露頭肩部展開形状         |
|    | 露頭基部平面形状         |
|    | 70 80E 節理面の走向・傾斜 |
|    | 70 80E 貫入面の走向・傾斜 |

リニアメントを横断して多々良場川が流下しており、その兩岸に阿武隈花崗岩（黒雲母中粒花崗岩）の健岩露頭がよく連続して分布している。リニアメント直下付近に露出する阿武隈花崗岩も健岩露頭からなり、断層破砕部は認められない。主にNW-SE走向、W傾斜の節理が発達している。

第 3.2.80 図 多々良場川付近の拡大ルートマップ



第 3. 2. 81 図 露頭スケッチ（桑作）



第 3. 2. 82 図 拡大露頭スケッチ (桑作)