北陸地方におけるインフラの老朽化と対策

―地域の現状と課題―

金沢大学理工研究域環境デザイン学系
教授　鳥居和之

平成29年11月2日
（於 金沢国際ホテル）

本日の講演（話題）の内容

１．北陸地方が抱えるコンクリート構造物の早期劣化問題
　（塩害とアルカリシリカ反応（ASR））

２．早期劣化対策としてのフライアッシュコンクリートの活用
　（何故、今、北陸でフライアッシュコンクリートなのか）
　（七尾大田火力産のフライアッシュは日本一優秀）

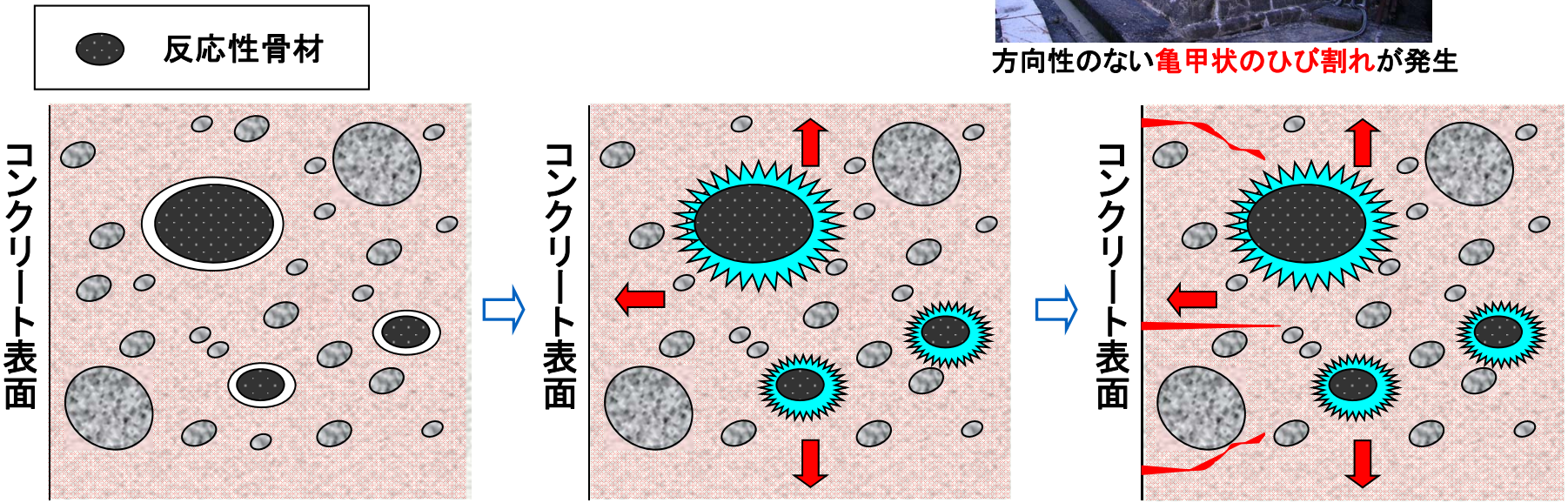
３．北陸新幹線敦賀延伸工事にてフライアッシュコンクリートが標準化、しかし平成３４年開業（？）
　（「地産地消」と「地域活性化」のチャンス）

４．石川県市町のインフラ維持管理への現状と課題
　（SIP北陸の支援活動と産官学民による連携）

アルカリシリカ反応(ASR)とは？

コンクリート中のある種の骨材がアルカリ性水溶液と反応して、コンクリートに異常膨張やひび割れを発生させる現象

方向性のない亀甲状のひび割れが発生



【化学反応過程】

・コンクリート中のアルカリ分と反応性シリカ鉱物を含む骨材とが反応

・アルカリシリカゲル(ASRゲル)が生成

【吸水膨張過程】

・ASRゲルが吸水

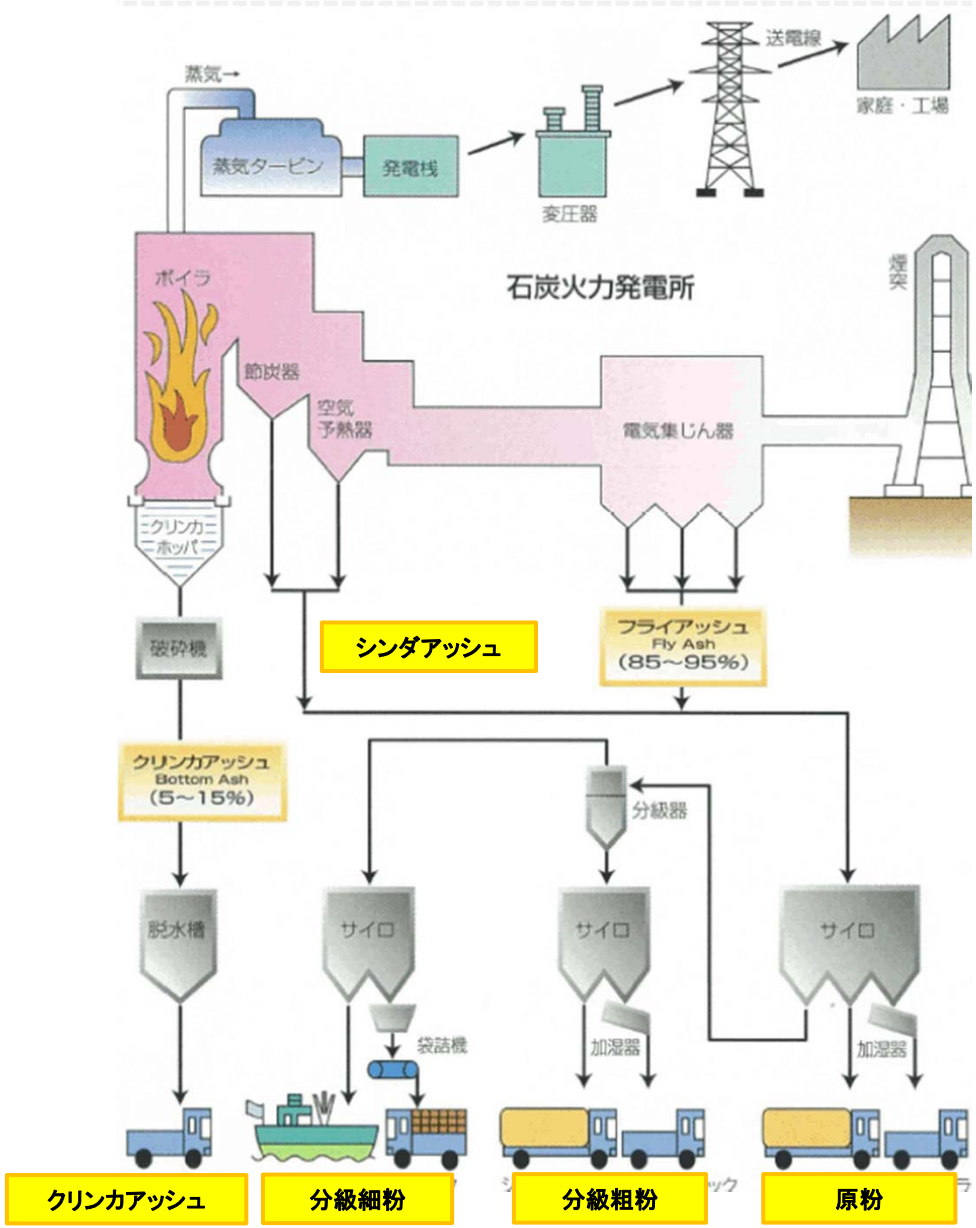
・ASRゲルが膨張

・コンクリートが内部から膨張し、表面にひび割れが発生

(実際、コンクリート内部では、骨材の周囲だけでなく、骨材自身の内部にもASRゲルが生成され、骨材自身の割れや微細なひび割れが発生し、それが内部の膨張力となっている。)

※反応性骨材とは、アルカリ分と反応しやすい安山岩等の骨材

フライアッシュとは？　石炭の灰（石炭灰）である！



石炭灰の発生工程

石炭灰はフライアッシュとクリンカアッシュに大別される。

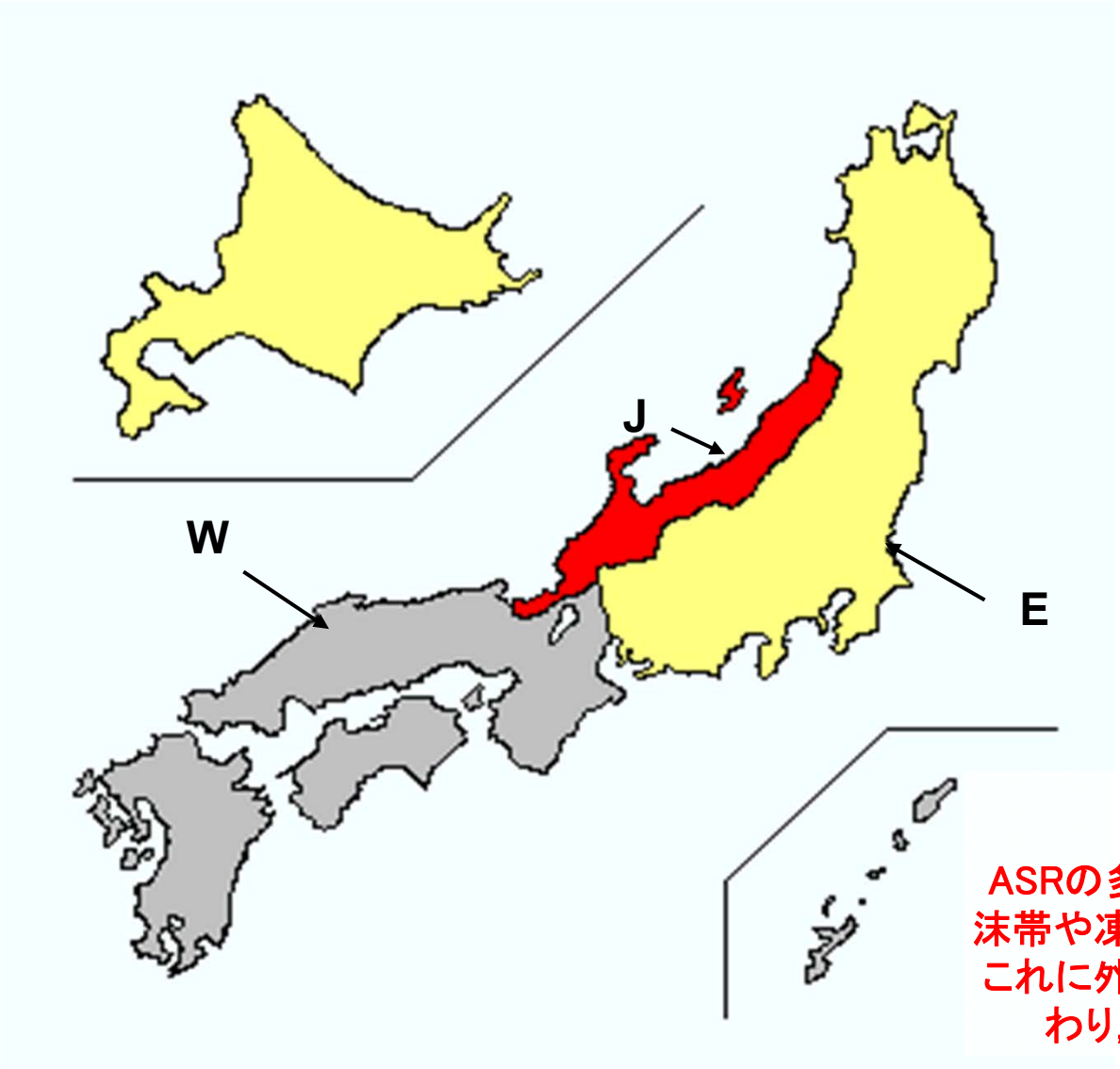
図に石炭灰の発生工程を示す。現在、ほとんどの石炭火力発電所では多品種の海外炭を使用している。

1．フライアッシュ　:高性能の電気集塵装置で採取された粉体状のもの。
　石炭灰のうち85～95%がフライアッシュとして回収される。

2．クリンカアッシュ:ボイラ底部の水槽に落下、急冷させ、破砕、粒度調整した砂状のもの。
　石炭灰のうち5～15%がクリンカアッシュとして回収される。

1. 塩害およびASRによる劣化現象とそれらの地域性

北陸地方の塩害とASRの地域区分



区分　J※

ASRの多発地域である。海洋飛沫帯や凍結防止剤散布地域では，これに外部からの塩分浸透が加わり，ASRを促進させた。

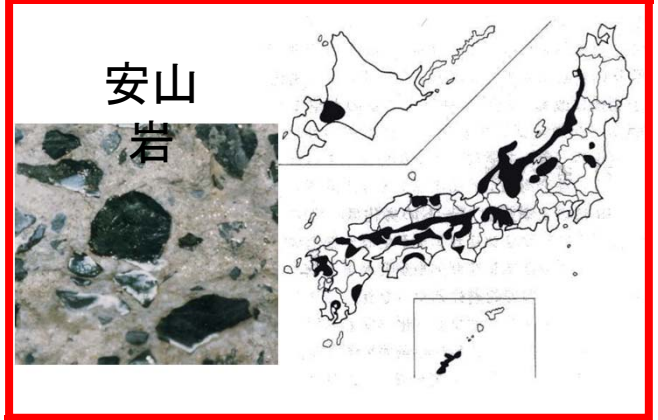
※小林一輔ら：コンクリート構造物の維持管理

北陸地方の深刻な早期劣化劣化の状況

凍結防止剤散布の散布状況

季節風による塩分の飛来

コンクリート中の安山岩砕石



凍結防止剤散布による塩害劣化

飛来塩分による塩害劣化

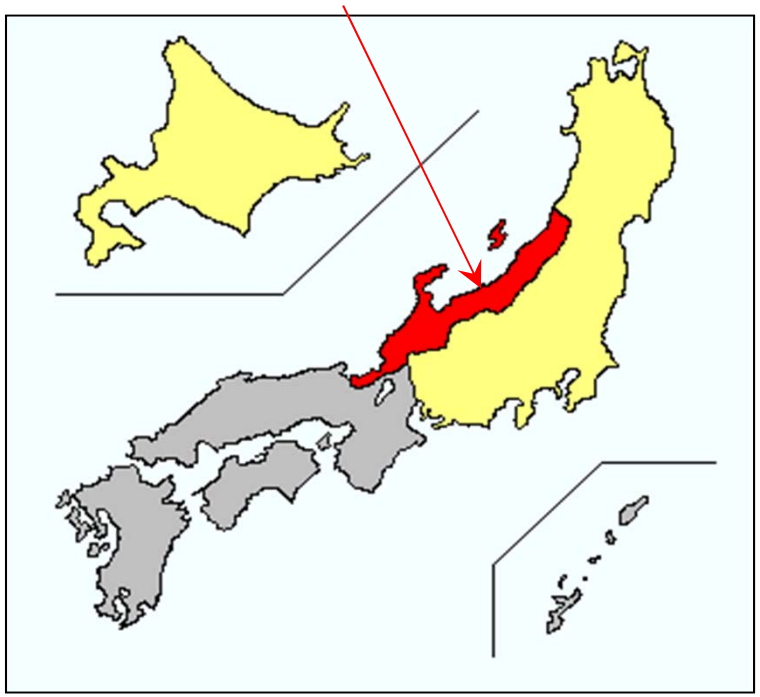
アルカリ骨材反応（ASR）による劣化

経年劣化とは異なった早期劣化

北陸地方の塩害とASR、凍害による複合劣化状況

塩害とASRの複合劣化地域の区分

ASR多発地域＋飛来塩分，凍結防止剤によりASRを促進

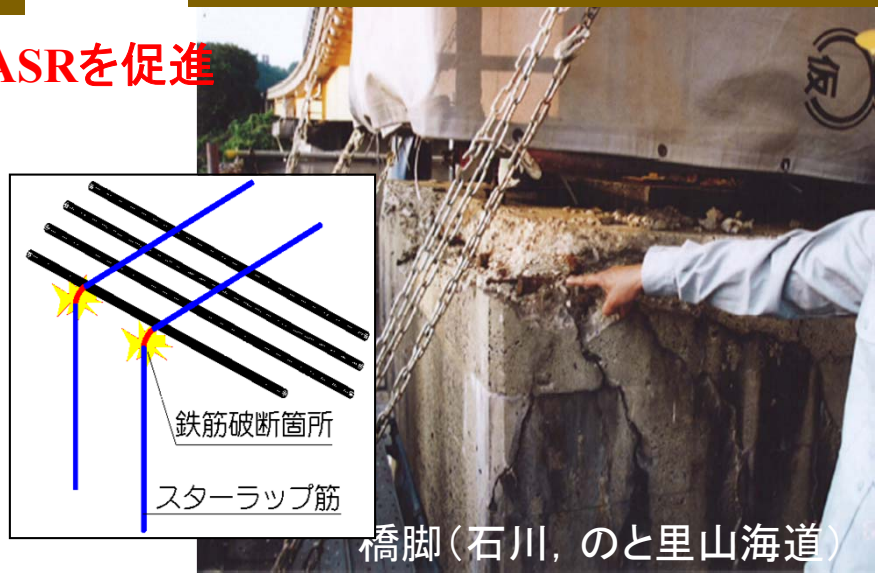


出典：小林一輔ら：コンクリート構造物の維持管理

コンクリート構造物の使用・環境条件は
北陸地方がもっとも過酷！

ASRを含む複合劣化は，北陸だけの問題ではなく
全国共通の重大な問題！

ダブル複合劣化（塩害，ASR）



橋脚（石川，のと里山海道）

トリプル複合劣化（塩害，ASR，凍害）

橋台（白山山麓）

２．　飛来塩分による塩害の劣化事例（能登有料道路（現，のと里山海道）と国道249号，北陸自動車道）

飛来塩分による塩害の損傷事例

石川県根上町付近

飛来塩分による塩害の損傷事例

拡大

橋脚に発生した塩害

南志見橋（国道249号，塩害補修済み）の全景

下フランジ部のひび割れ状況

鋼材の腐食状態

炭素繊維シートの貼り付け作業（4層）

３．凍結防止剤による塩害の劣化事例

凍結防止剤による塩害

けた端部，下部工で発生

伸縮装置部漏水

路面水の塩分2～6%

床版

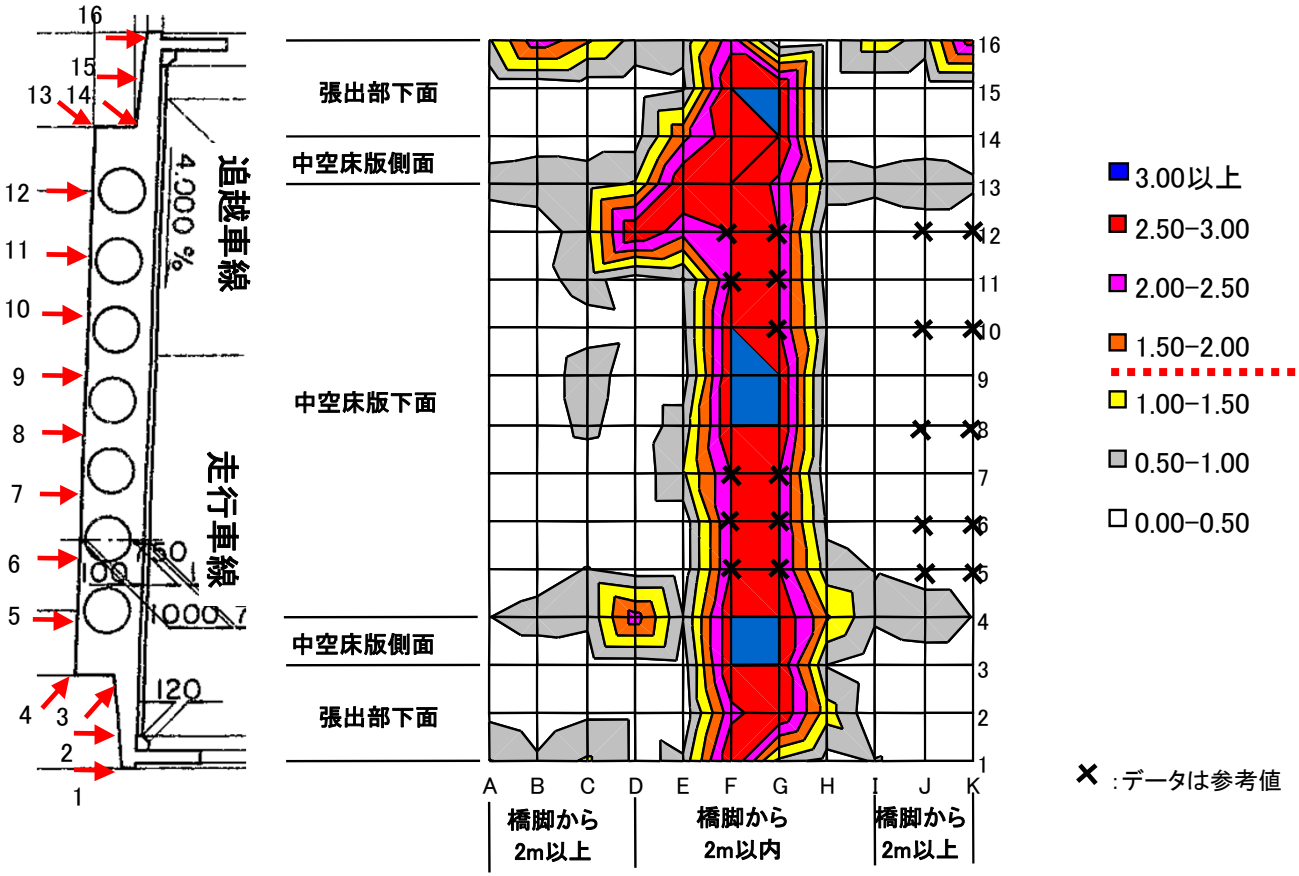
橋脚

漏水が床版や橋脚を伝い，コンクリート表面に塩分が付着し塩化物イオンが浸透し塩害損傷を発生させる.

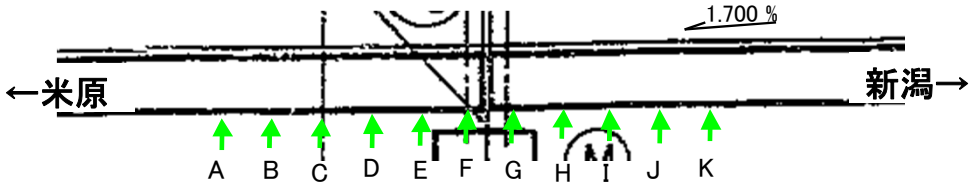
凍結防止剤による劣化事例
（中空RC床版，北陸道）

桁端部から塩化物イオンが浸透⇒塩害

床版下面における塩化物イオン調査

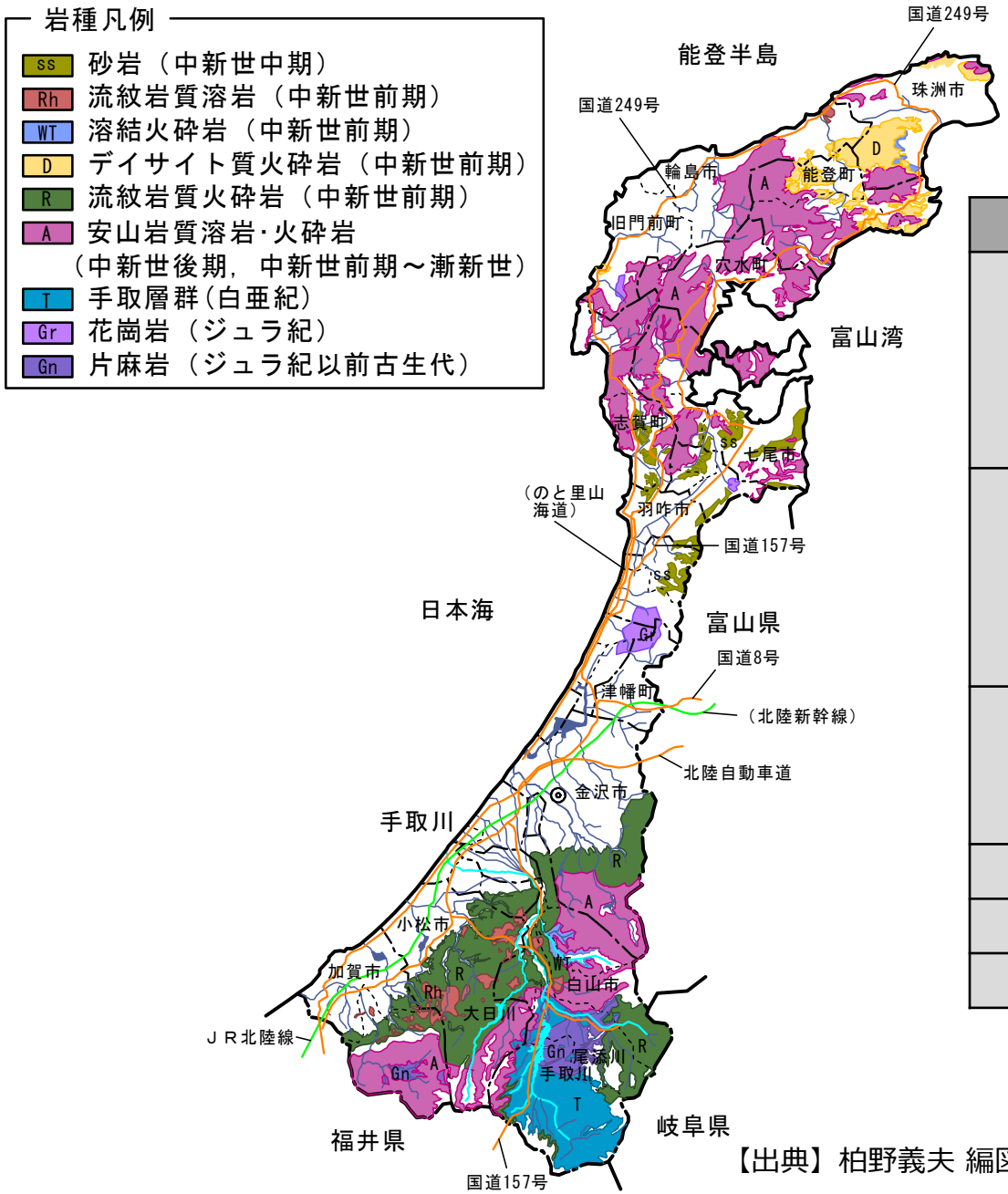


発錆限界塩化物イオン量1.2kg/m^3



４．ASRによるコンクリート橋のひび割れと鉄筋破断（のと里山海道）

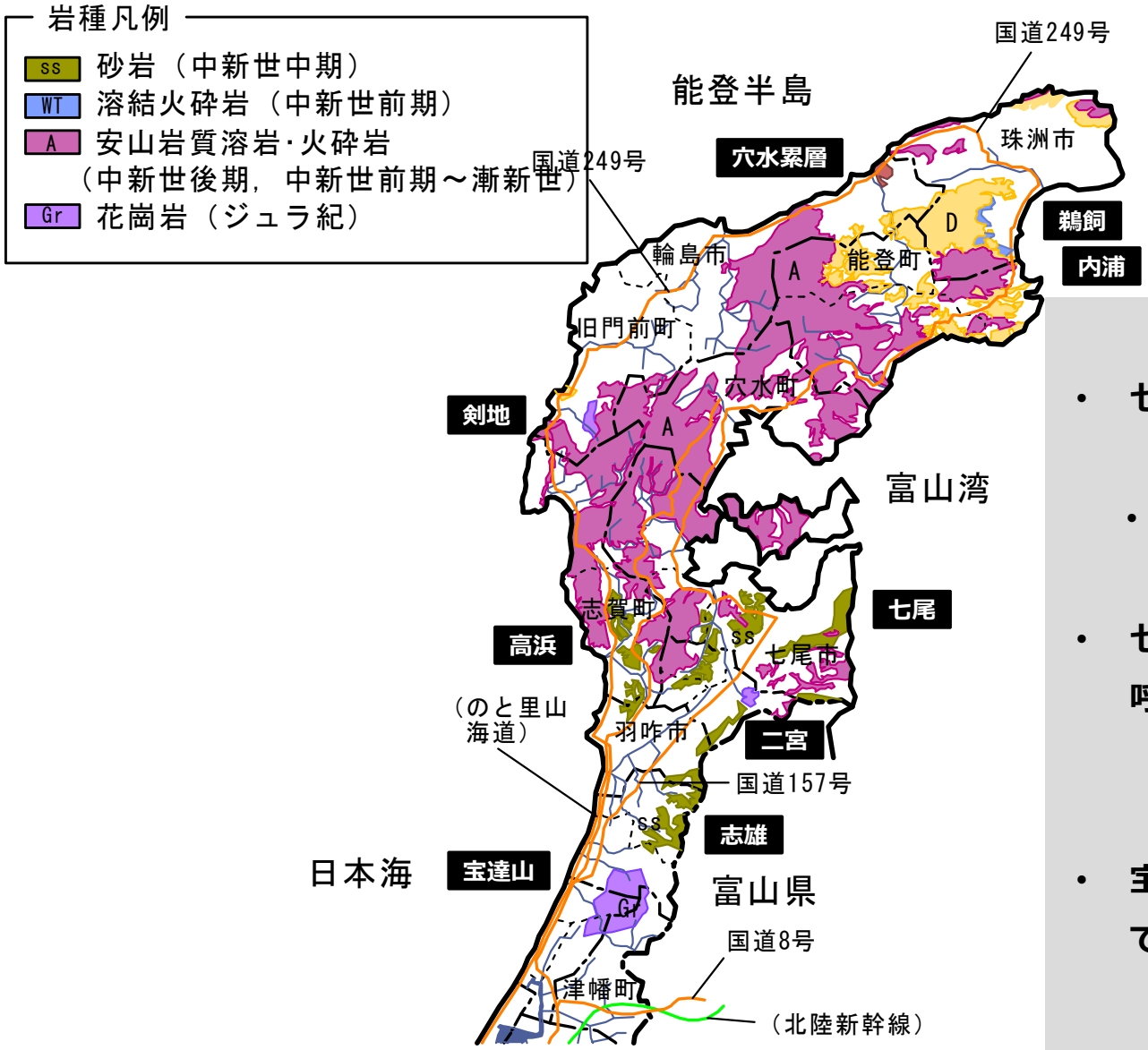
石川県の地質図



【出典】柏野義夫 編図「新版・石川県地質図，1993」

地質時代			年代	骨材
第四紀	完新世		1万年	新期の堆積岩類
	更新世	後期	15万年	
		中期	80万年	
		前期	160万年	
新第三紀	鮮新世		500万年	
	中新世	後期	1000万年	骨材資源
		中期	1600万年	
		前期	2500万年	
古第三紀	漸新世		6500万年	
	始新世			
	暁新世			
白亜紀			1億4000万年	
ジュラ紀			2億1000万年	
ジュラ紀以前				

能登地区の骨材資源



能登地区の骨材資源

【砂岩】ss

- **七尾，高浜，志雄地区に分布する。**

【溶結火砕岩】WT

- **鵜飼，内浦地区に分布する。**

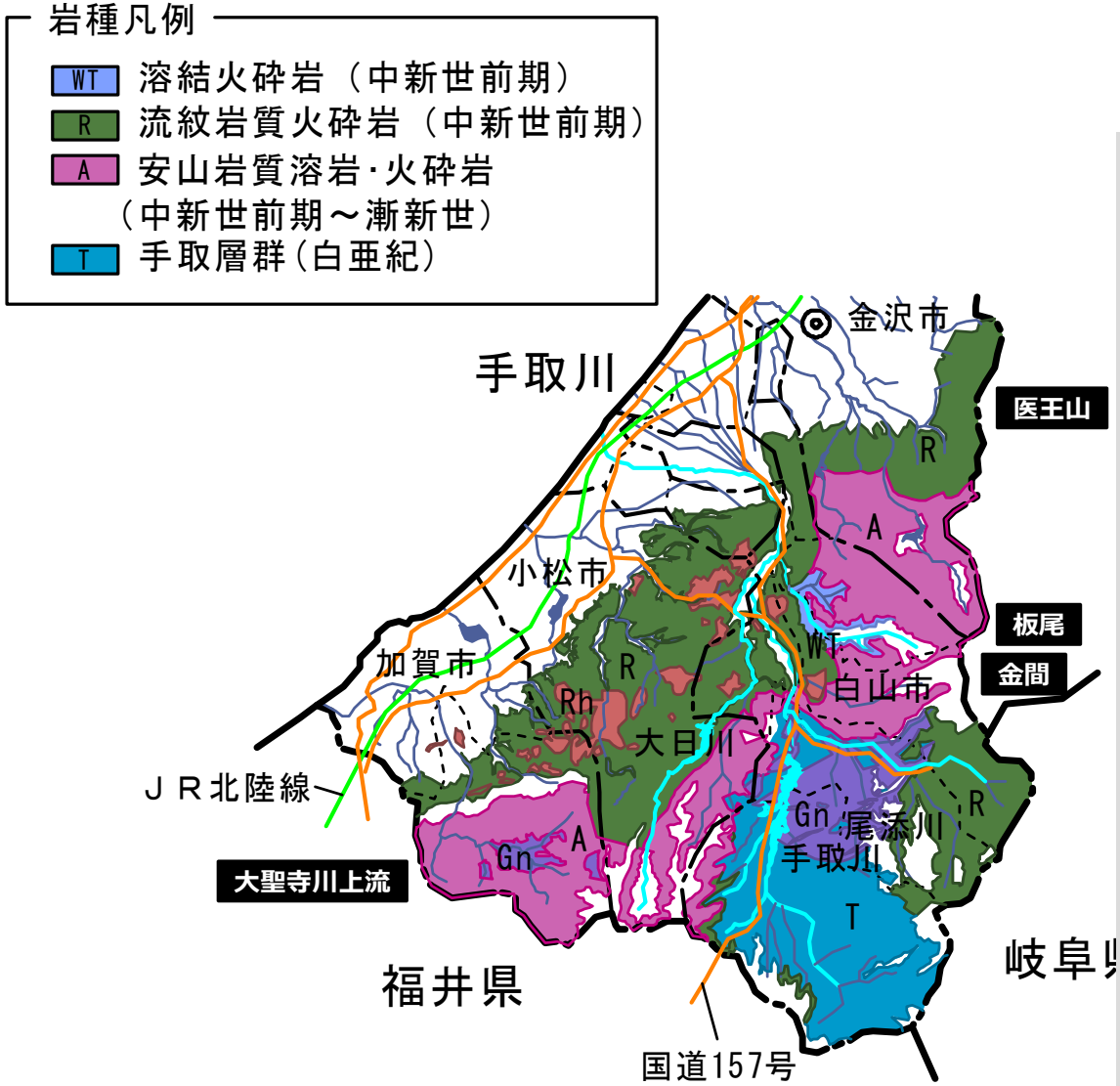
【安山岩】A

- **七尾以北に広く分布し，穴水累層と呼ばれる。門前剣地には黒崎安山岩が分布する。**

【花崗岩】Gr

- **宝達山の全体に露出し，能登北西部では剣地，能登南部では鹿島二宮に分布する。**

加賀地区の骨材資源



【溶結火砕岩】WT

- 直海谷川の板尾，金間地区に分布する。

【流紋岩質火砕岩】R

- 医王山地域，手取川中流域，小松東南部山地一帯にかけて広く分布する。

【安山岩】A

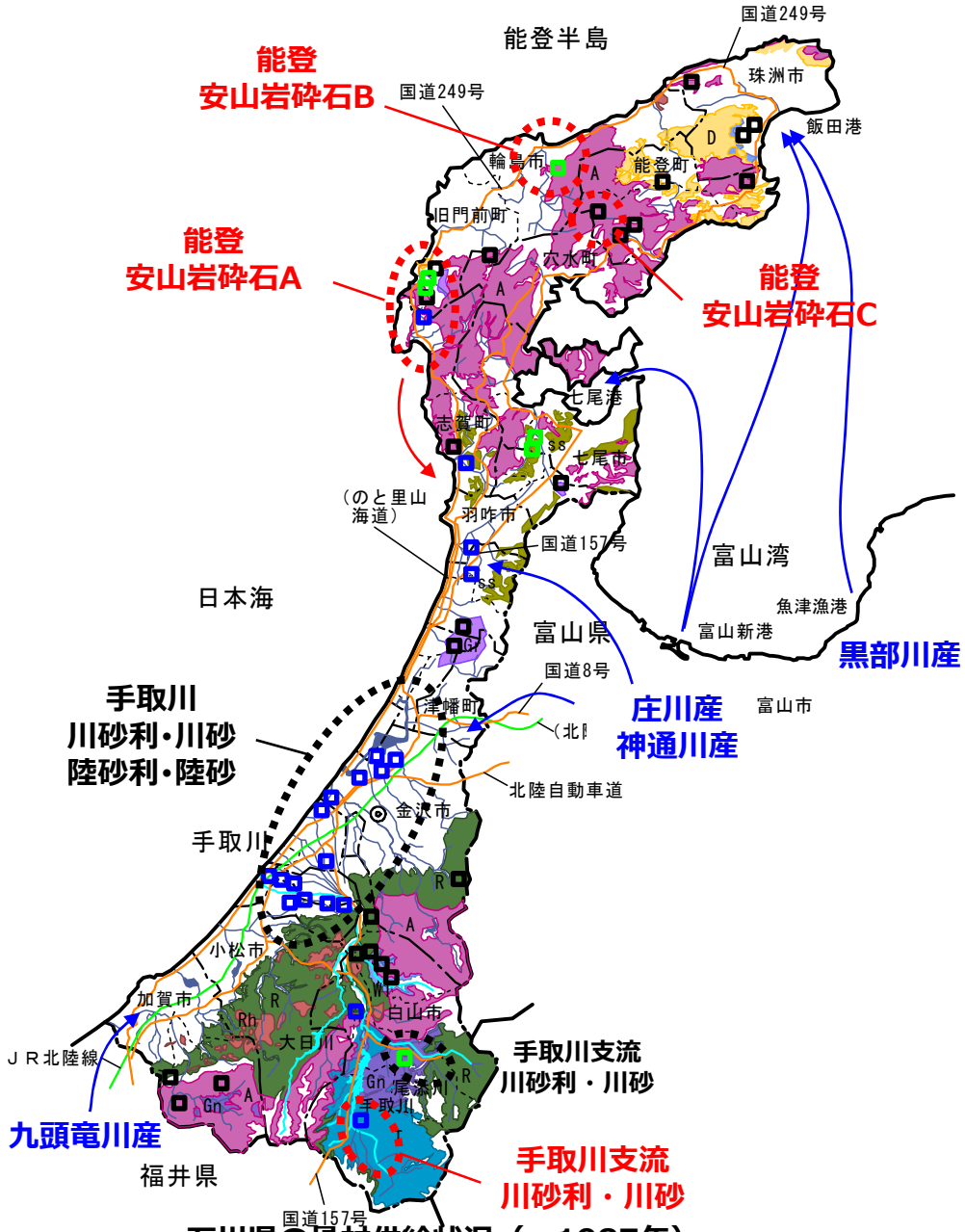
- 金沢以南の山地部に広く分布する。大聖寺川上流の山中南部にも分布する。

【手取層群】T

- 礫岩からなる五味島層，砂岩と頁岩の互層からなる桑島層などからなる。

加賀地区の骨材資源

石川県の骨材供給状況



石川県の骨材供給状況（～1987年）

凡例

- 採石場＋生コンプラント
- 生コンプラント
- 採石場　（1987年調査）

【奥能登】

- 安山岩砕石が広く使用された。800～900万年前の新鮮な安山岩と2000万年前後の安山岩質溶岩である。珠洲では富山から輸送した川砂利・川砂も使用された。

【中能登】

- 富山から輸送した川砂利・川砂，奥能登の安山岩砕石が使用された。

【金沢市および近郊】

- 手取川の川砂利・川砂，陸砂利・陸砂が広く使用された。一部，富山産の川砂利・川砂も使用された。

【白山市および近郊】

- 手取川の川砂利・川砂，陸砂利・陸砂が広く使用された。上流域では支流の川砂利・川砂が使用された。

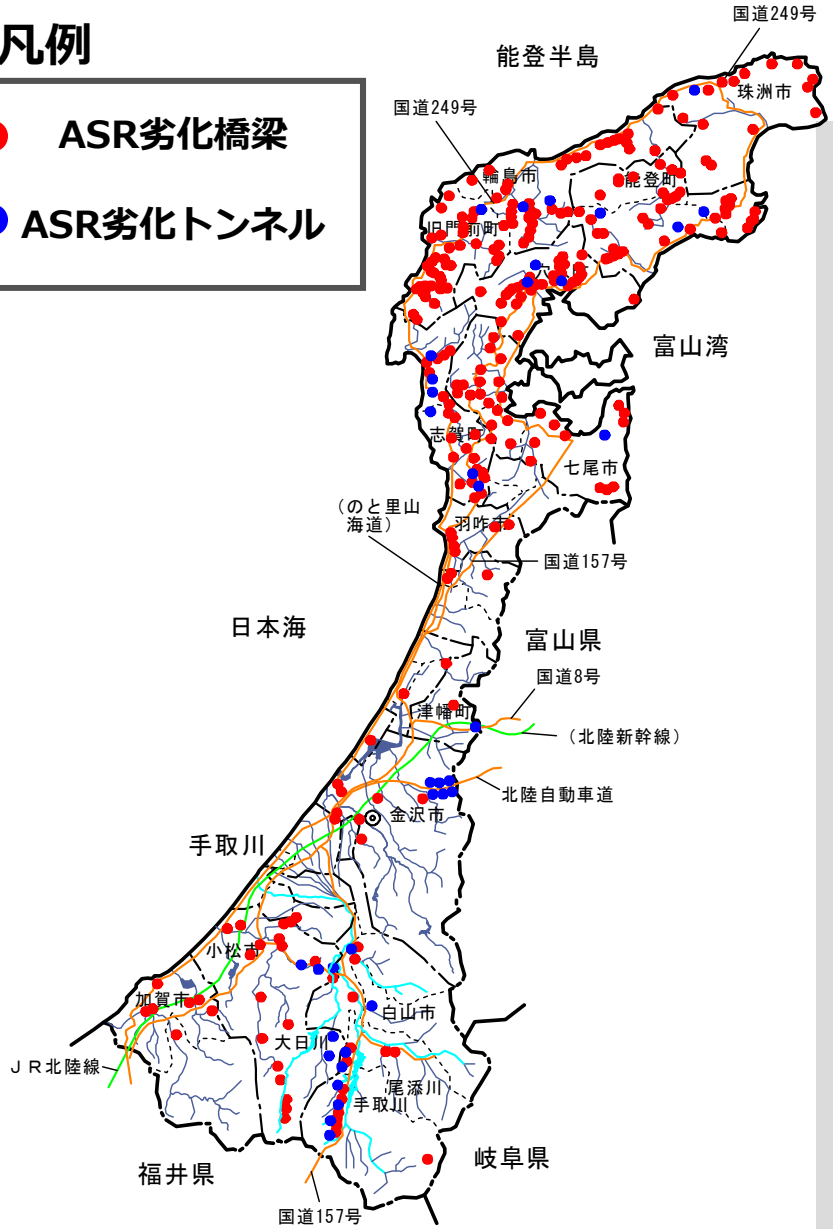
【加賀】

- 九頭竜川産の骨材も使用された。

ＡＳＲ劣化構造物の分布

凡例

- ● ASR劣化橋梁
- ● ASR劣化トンネル



石川県内のASR劣化構造物の分布図

● 橋梁

調　査：2004年～2005年

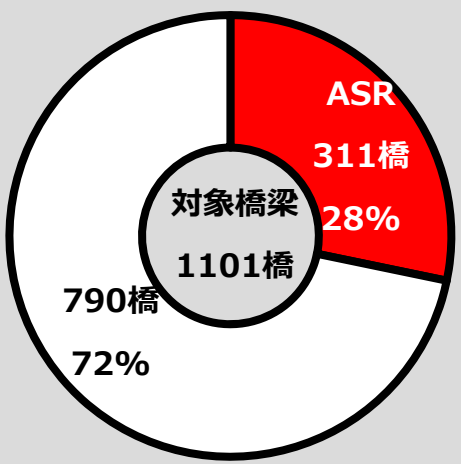
対　象：1963年～1986年 建設　1101橋

【出典】石川県土木部「ASR劣化橋梁の維持管理の手引き（案），2005」

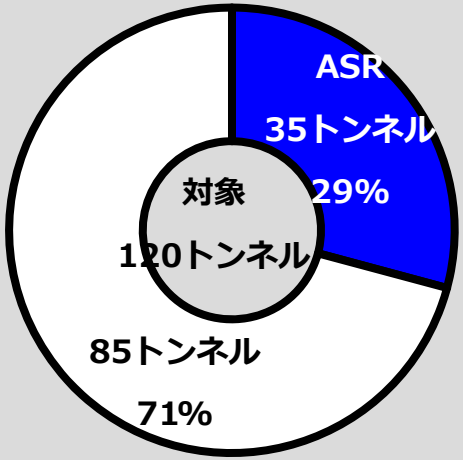
● トンネル

調　査：2005年

対　象：1929年～2009年 建設　120トンネル



ASRが発生した橋梁数
（2004年～2005年調査）



ASRが発生したトンル数
（2005年調査）

※ASRによる劣化が顕著なものから軽微なものまでを
ASR劣化構造物とした。

橋脚・はり部のせん断補強鉄筋の破断状況（能登有料道路）

橋脚側面のひび割れ（枕梁）

はつり後の破断状況

橋脚･基礎部の主鉄筋の破断状況
（能登有料道路）

５．七尾大田産フライアッシュの高品質化とコンクリートの耐久性向上（早期劣化問題解決の決め手）

今，何故，北陸地域でフライアッシュコンクリートなのか！

○コンクリート構造物の長寿命化の観点

・北陸地域は、全国的に見ても、**ASRと塩害による構造物の劣化**が顕在化しており、今後の対応としてコンクリートの耐久性を向上させることが必要。

○環境負荷低減の観点

・北陸地域では、現在、全国的に汎用化されている高炉セメントの材料である高炉スラグが産出されないため、九州から運搬されている。一方で、北陸地域では、フライアッシュを産出する火力発電所が稼働しており、フライアッシュを使うことにより**運搬による環境負荷の低減**が可能。

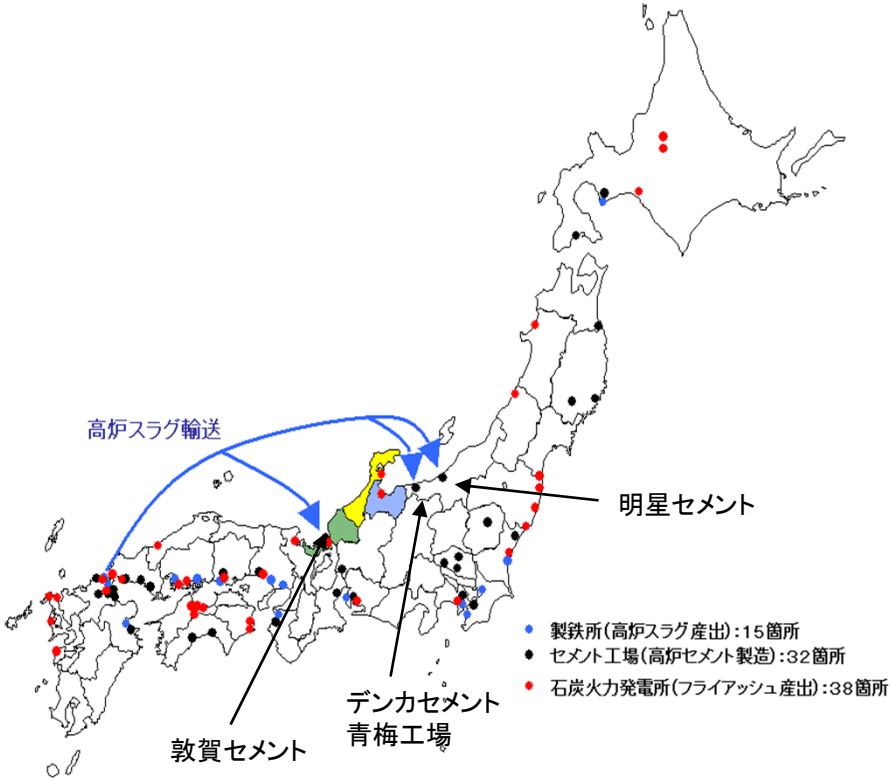
○エネルギー供給事情の観点

・火力発電は、重要な電源であり、３．１１の東日本大震災以降、益々、その重要度は増している。北陸地域では、現在、約6割の電力が火力発電所から供給されており、**火力発電所の安定的な運転継続**には、フライアッシュの利用が不可欠。

昨今、上記の対応を図る機運が高まっている中、**高品質なフライアッシュを供給する体制**が産出事業者（電力会社）で整えられたこと、具現化には、**関係者の連携が必須**なことから、**産学官による委員会を設立**し、取組んでいる。

【環境負荷の低減】

北陸地方の石炭火力発電所の状況

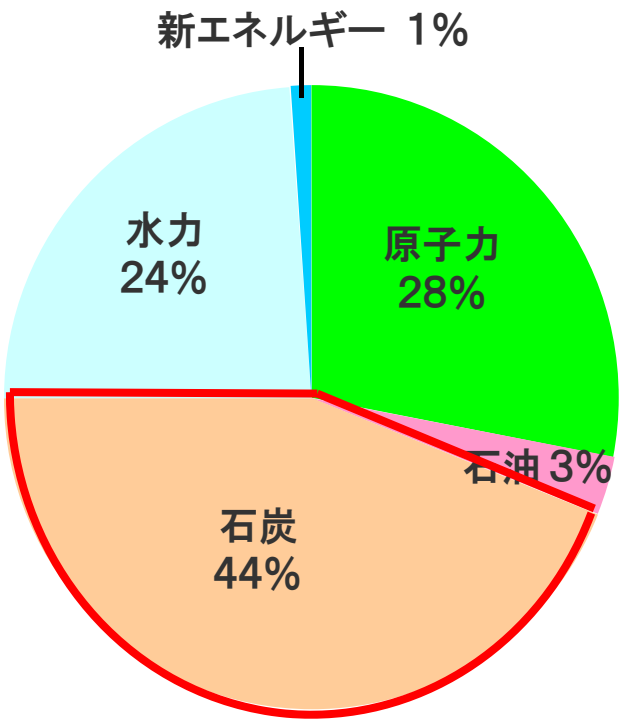


全国の石炭火力発電所、製鉄所、セメント工場の位置図

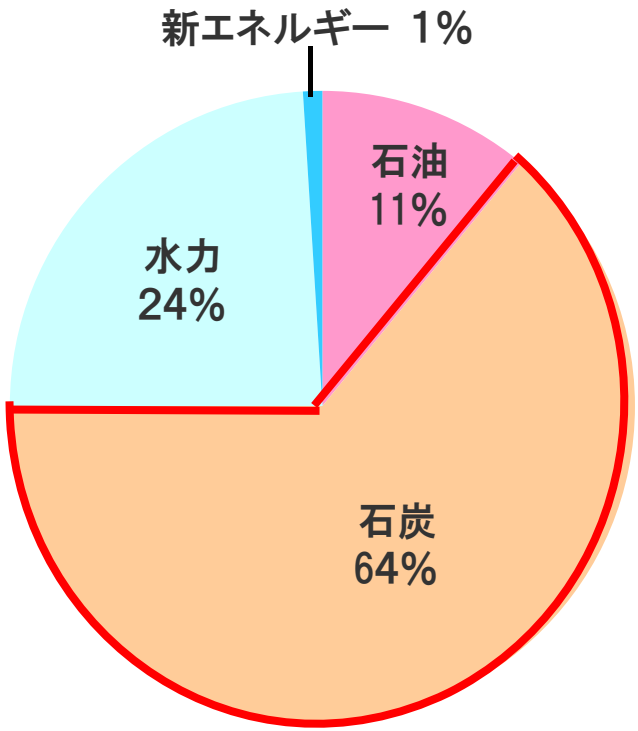
フライアッシュを使うことにより**運搬による環境負荷の低減**が可能。

【東北大震災前後(2011.3)でのエネルギー供給の相違】

●2010年度発電電力量構成比



●2012年度 発電電力量構成比

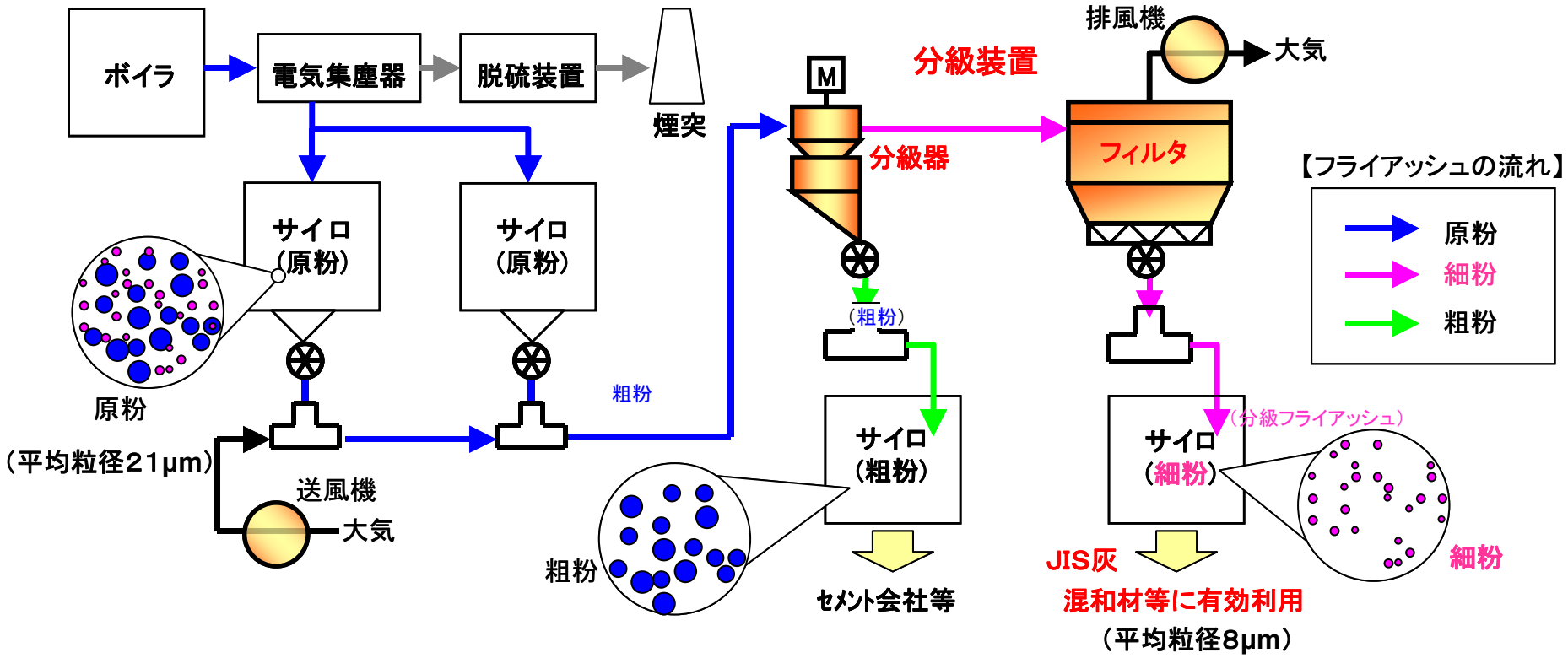


出典：北陸電力「FACTBOOK2013」

火力発電所の安定的な運転継続には、フライアッシュの利用が不可欠。

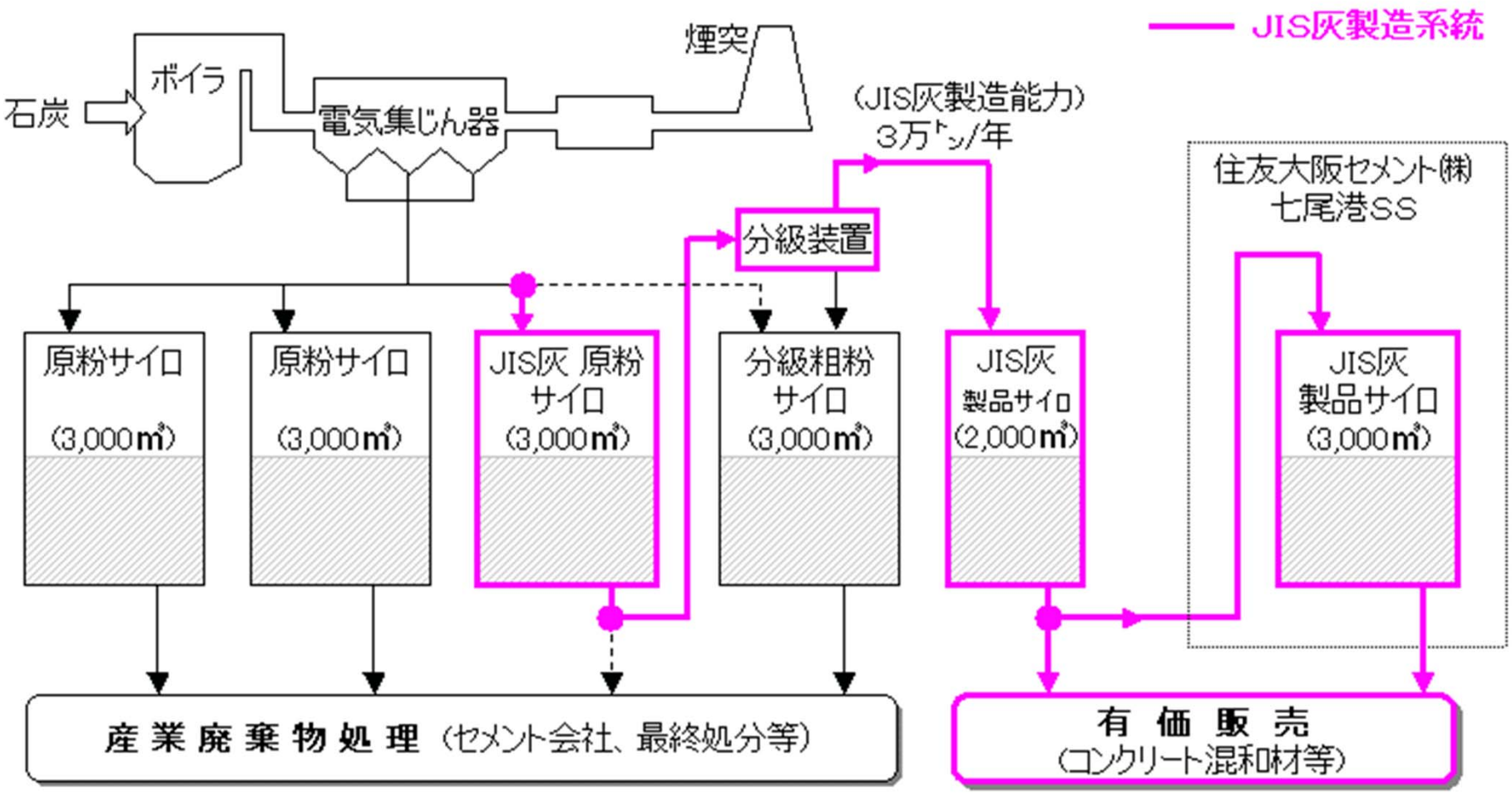
プロジェクトの成果

フライアッシュの品質管理及び出荷体制の構築



高品質な分級フライアッシュを供給する体制が構築された。
（七尾大田火力発電所で3万t／年、敦賀火力発電所で3万t／年）

七尾大田火力発電所の JIS規格フライアッシュの製造工程

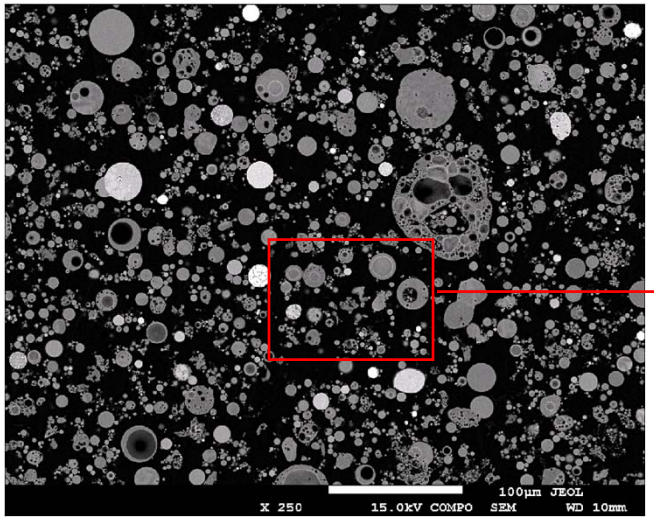


分級装置による捕捉率：50%

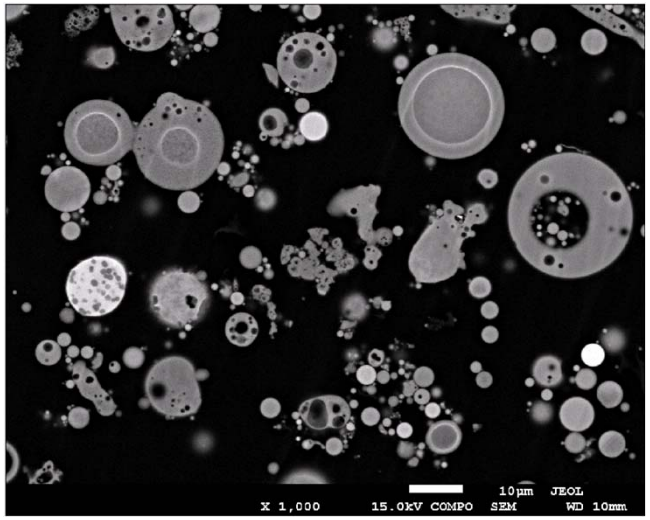
※JIS灰安定供給量の確保を図るため、射水市および福井市で新たな供給拠点（JIS灰製品サイロ）を確保

フライアッシュ粒子の反射電子像観察（分級効果）

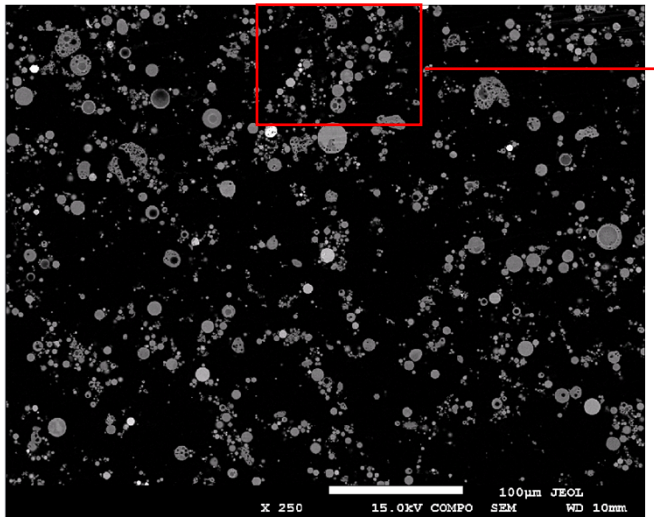
原粉の反射電子像



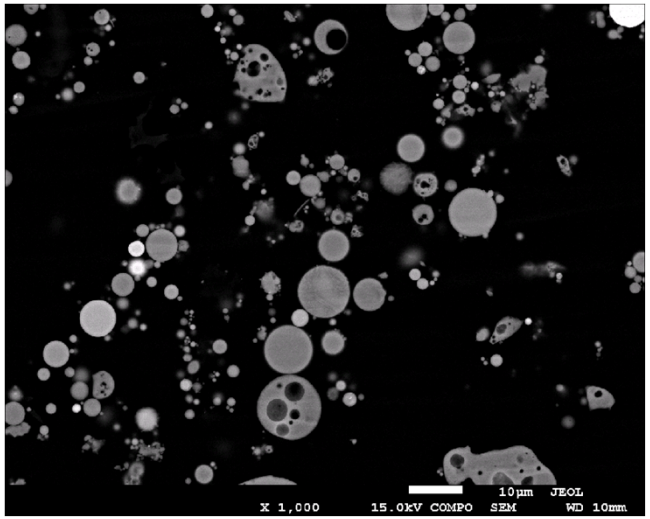
拡大
（4倍）



分級品の反射電子像



拡大
（4倍）



分級により、粒子の大きなものがなくなるとともに、角張った粒子、中空の粒子が少なくなり、細かく均等な球形の粒子が多くなっている。その結果、密度、比表面積も大きくなっている。

フライアッシュコンクリートの地域での社会実装

①宮坂橋歩道橋（石川県：橋長22.7m，七尾大田石炭火力フライアッシュ）

平成28年5月　プレストレストコンクリート工学会論文賞受賞

②日野川橋（北陸自動車道）のRC床版取替え（平成28年10月）

フライアッシュコンクリートの打設

プレキャストPC床版の養生（敦賀工場）

旧RC床版の撤去

プレキャストPC床版の設置

【産学官連携委員会の設置】

「北陸地方におけるコンクリートへのフライアッシュの有効利用促進検討委員会」（H23.1設立）

－ コンクリート構造物の長寿命化 と 環境負荷低減 を目指して －

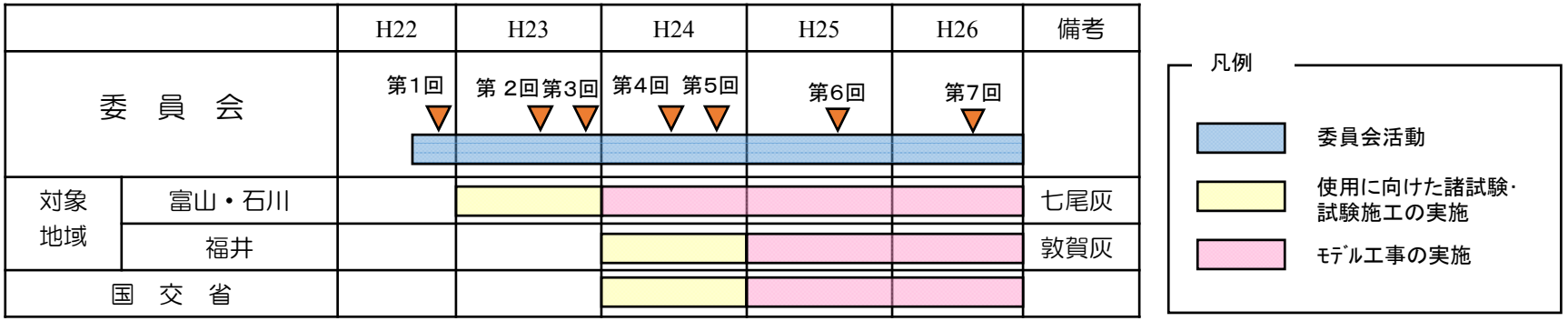
【委員会の構成】

委員長（金沢大学　鳥居和之教授）

産業界	大学	官公庁（ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ）
・富山県・石川県・福井県の各生ｺﾝｸﾘｰﾄ工業組合 ・ｾﾒﾝﾄﾒｰｶｰ（ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ） ・北陸電力株式会社	・金沢大学 ・金沢工業大学 ・富山県立大学 ・福井大学	・国交省（北陸地整） ・富山県 ・石川県 ・福井県

第１回委員会の様子（H23.1.24）

【これまでの実績】

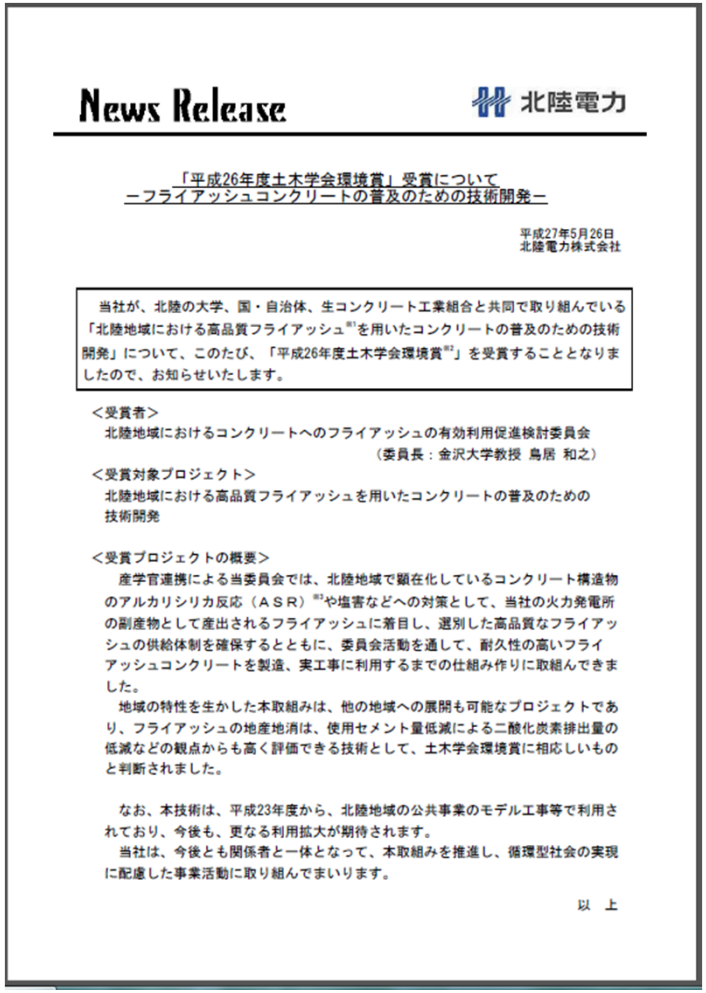


地域を動かす実行力のある委員会により審議し、成果実現。

＜土木学会環境賞の受賞＞

平成27年6月 「北陸地方におけるコンクリートへのフライアッシュの有効利用促進検討委員会」が**平成26年度土木学会環境賞を受賞**！

フライアッシュの**地産地消**による**耐久性の高いコンクリートの製造**や、使用セメント量低減による**二酸化炭素排出量の低減**等が高く評価された



News Release　北陸電力

「平成26年度土木学会環境賞」受賞について
－フライアッシュコンクリートの普及のための技術開発－

平成27年5月26日
北陸電力株式会社

当社が、北陸の大学、国・自治体、生コンクリート工業組合と共同で取り組んでいる「北陸地域における高品質フライアッシュ[※1]を用いたコンクリートの普及のための技術開発」について、このたび、「平成26年度土木学会環境賞[※2]」を受賞することとなりましたので、お知らせいたします。

＜受賞者＞
北陸地域におけるコンクリートへのフライアッシュの有効利用促進検討委員会
（委員長：金沢大学教授 鳥居 和之）

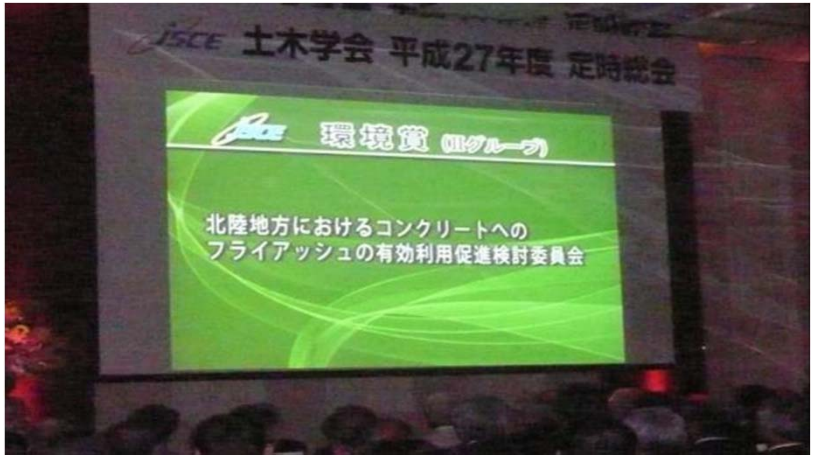
＜受賞対象プロジェクト＞
北陸地域における高品質フライアッシュを用いたコンクリートの普及のための技術開発

＜受賞プロジェクトの概要＞
産学官連携による当委員会では、北陸地域で顕在化しているコンクリート構造物のアルカリシリカ反応（ＡＳＲ）[※3]や塩害などへの対策として、当社の火力発電所の副産物として産出されるフライアッシュに着目し、選別した高品質なフライアッシュの供給体制を確保するとともに、委員会活動を通して、耐久性の高いフライアッシュコンクリートを製造、実工事に利用するまでの仕組み作りに取組んできました。
地域の特性を生かした本取組みは、他の地域への展開も可能なプロジェクトであり、フライアッシュの地産地消は、使用セメント量低減による二酸化炭素排出量の低減などの観点からも高く評価できる技術として、土木学会環境賞に相応しいものと判断されました。

なお、本技術は、平成23年度から、北陸地域の公共事業のモデル工事等で利用されており、今後も、更なる利用拡大が期待されます。
当社は、今後とも関係者と一体となって、本取組みを推進し、循環型社会の実現に配慮した事業活動に取り組んでまいります。

以　上

H27.5.26　プレスリリース



H27.6.12　授賞式の様子

「ASR問題の解決のために今、何をすべきか」

北陸地方（全国共通）においては、

ASR発生リスク低減のため、

フライアッシュの標準化（実際に使っていくこと）が必要（当然）

そのためには，フライアッシュを使うことができる仕組み作りが重要

（1）フライアッシュ産出事業者である電力会社のフライアッシュ供給体制と品質保証の確立

（2）コンクリートを製造するコンクリート工場のサイロ，計量設備等の増設や整備とフライアッシュコンクリートの配合設計

（3）発注者が設計に積極的にフライアッシュの使用を推進すること

⇒ 関係者間での連携、ルール作りが必要

５．北陸新幹線敦賀延伸工事へのフライアッシュコンクリートの採用（平成29年4月から）

北陸新幹線敦賀延伸工事でのフライアッシュコンクリートの工事仕様書への取り込み（平成29年3月）

背景１　コンクリートのブリーディング対策
（材料分離が凍害を促進，沈降ひび割れの発生防止）

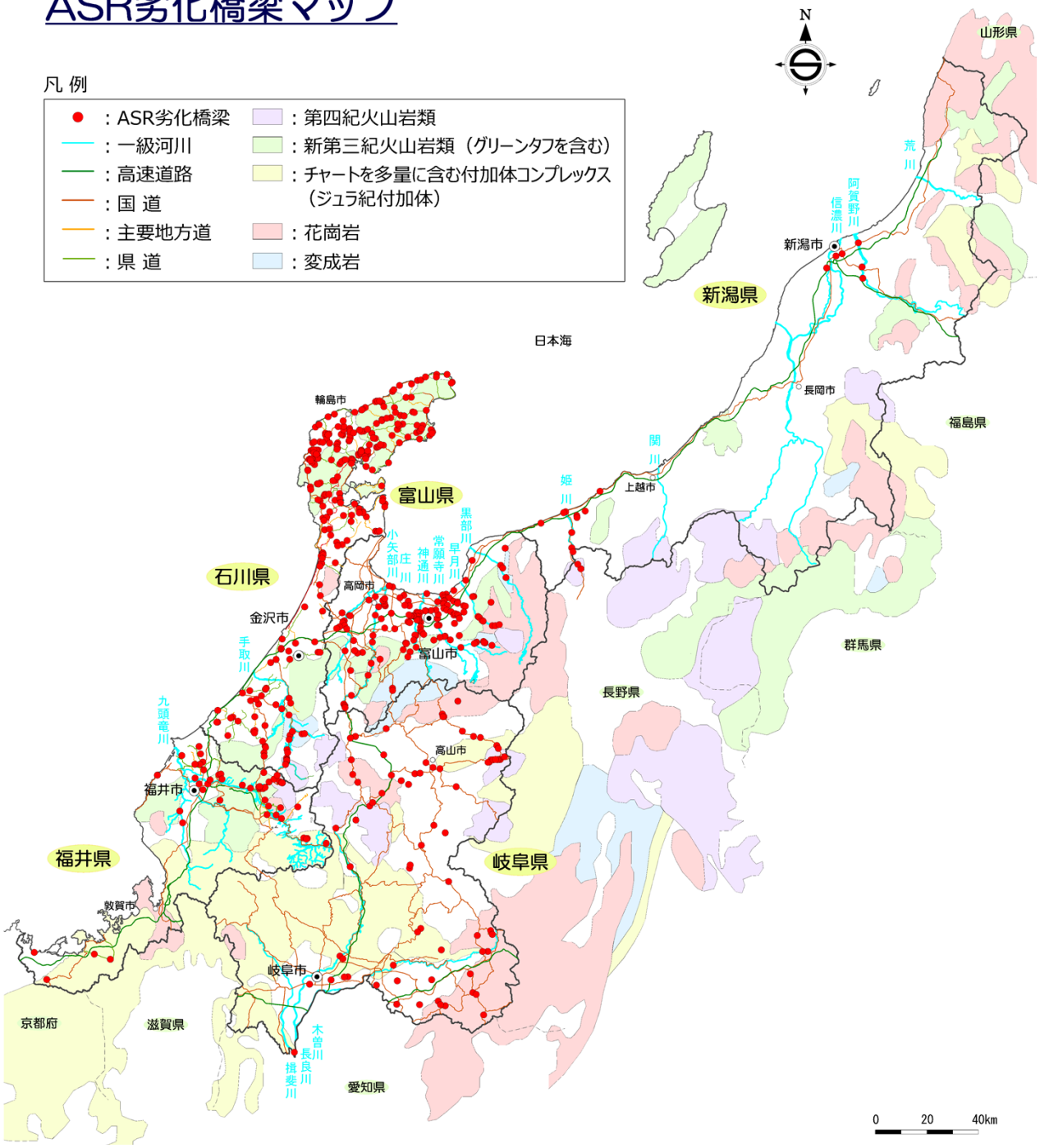
背景２　新潟及び富山地区でのASRの発生
（姫川，常願寺川，神通川，庄川産の骨材，
砂のASR対策）

背景３　福井先行開業または敦賀延伸工事の課題
（プレキャスト部材の活用，冬期工事，労働力確保）

ASR劣化橋梁マップ

凡 例

- ● ：ASR劣化橋梁
- ：一級河川
- ：高速道路
- ：国 道
- ：主要地方道
- ：県 道
- ：第四紀火山岩類
- ：新第三紀火山岩類（グリーンタフを含む）
- ：チャートを多量に含む付加体コンプレックス（ジュラ紀付加体）
- ：花崗岩
- ：変成岩

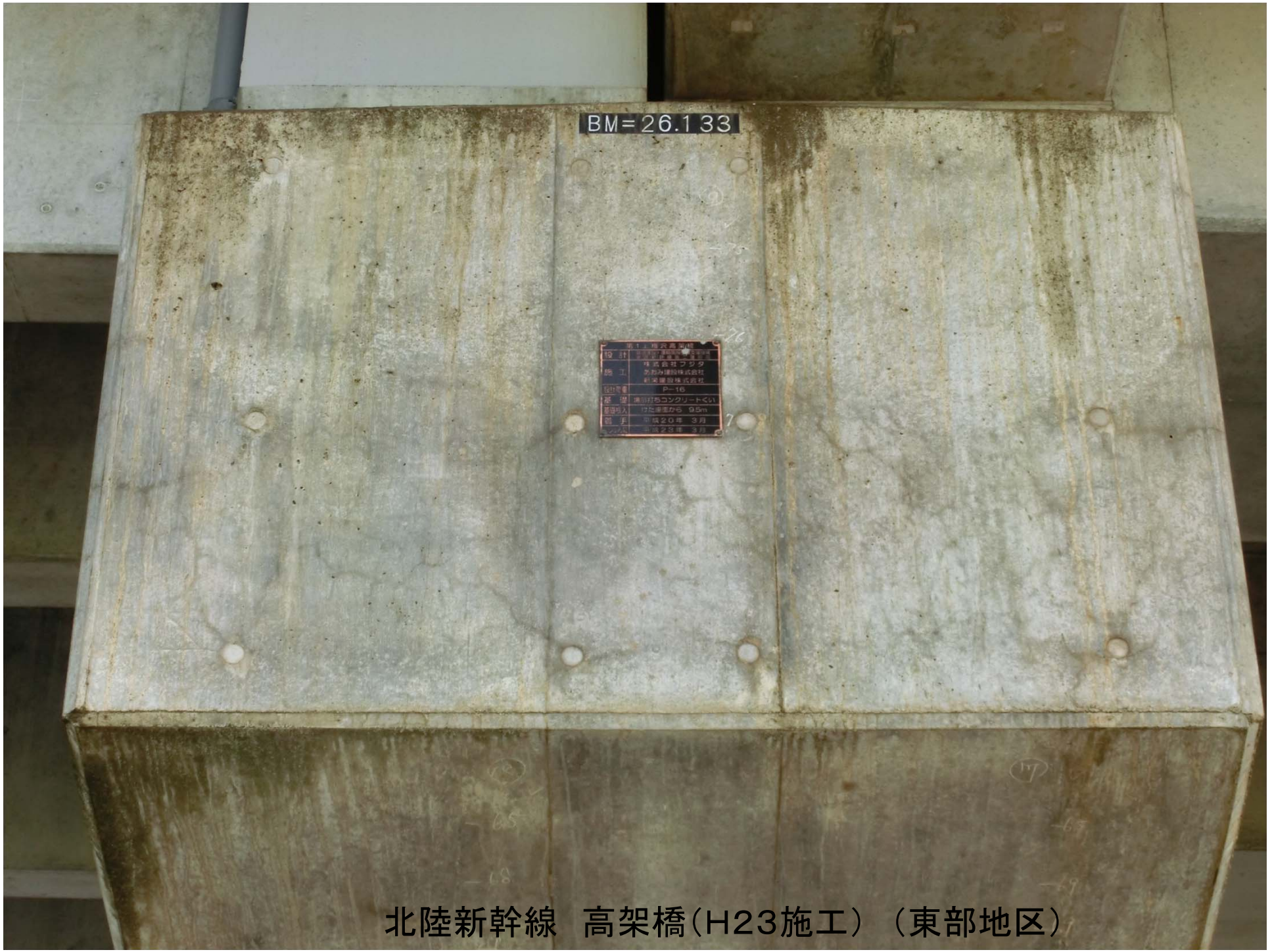


新潟駅立体化交差事業（JR東日本Oでの FAコンクリートの採用
（平成25年度より，20万m³打設，**七尾大田火力フライアッシュ**）

高架横梁に発生したASRひび割れ

単繊維混入FAコンクリートにより打設

背景：上越新幹線のASR劣化（阿賀野川産骨材のASR対策）



北陸新幹線　高架橋（H23施工）（東部地区）

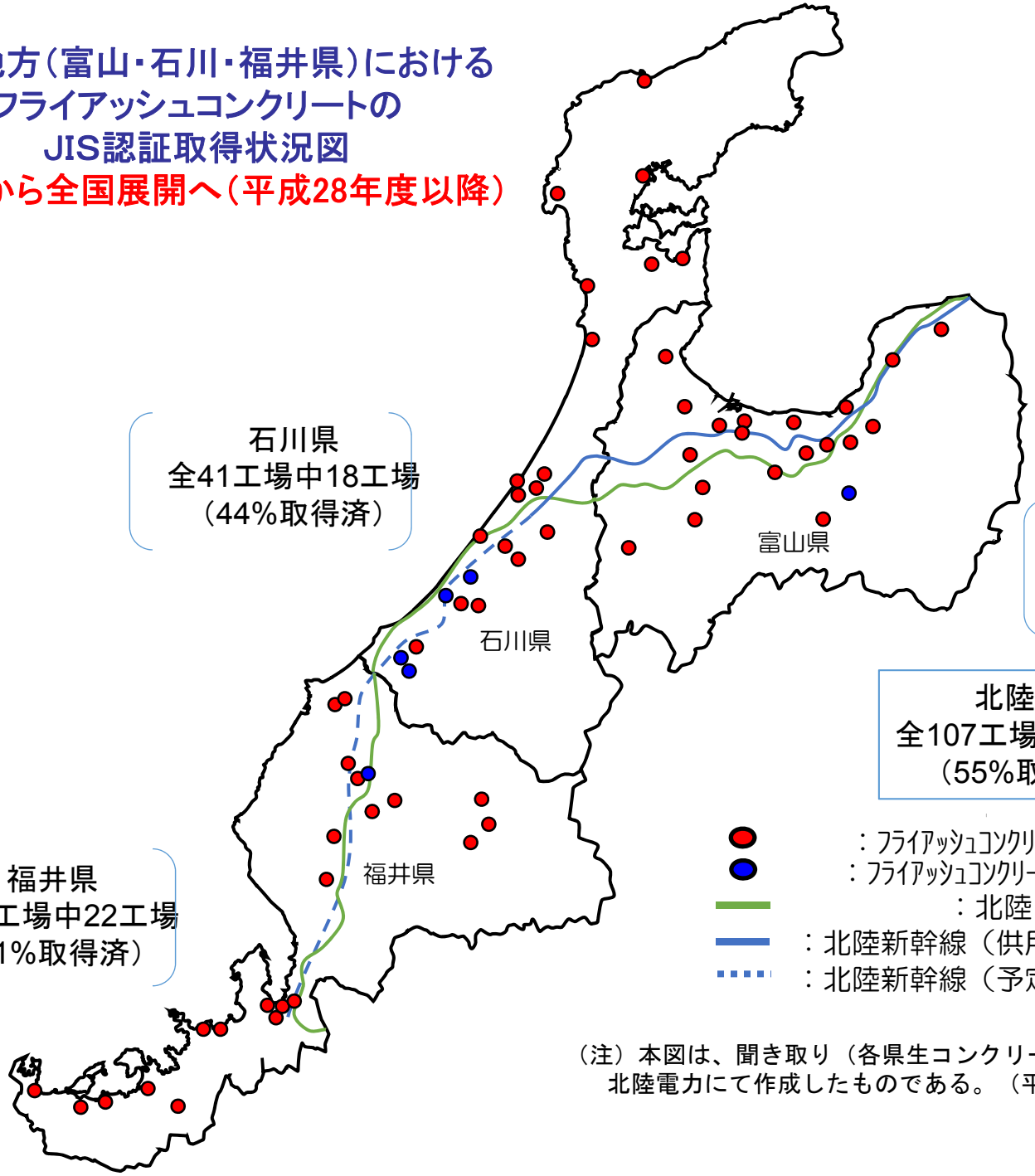
フライアッシュコンクリートの需要創出とJIS認証工場の拡大

注）数量(m³)は、コンクリート数量を示す

		～平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度（計画）	平成29年度以降
委員会等の開催		第1回 ▼ 第2回 ▼	第3回 ▼ 第4回 ▼	第5回 ▼	第6回 ▼	第7回 ▼	第8回 ▼	第9回 ▽ (1回/年の頻度)
公共工事	富山県工事	試験施工（約30m³）	モデル工事（約340m³）	モデル工事（約1,440m³）	（継続）モデル工事（約723m³）	（継続）モデル工事（約1,612m³）	（継続）モデル工事（約6,378m³）	公共工事等での標準使用
公共工事	石川県工事	試験施工（約28m³）	モデル工事（約3,800m³）	モデル工事（約2,030m³）	（モデル地区化）モデル地区（約2,800m³）モデル工事（約5,406m³）	（モデル地区化）モデル地区（約2,800m³）モデル工事（約9,710m³）	（モデル地区化）モデル地区（約2,800m³）モデル工事（約10,591m³）	
公共工事	福井県工事	－	試験施工（約16m³）	モデル工事（約820m³）	（推進地区化）モデル工事（約5,759m³）	（推進地区化）モデル工事（約20,314m³）	（推進地区化）モデル工事（約8,423m³）	
公共工事	国交省工事	－	試験施工（約242m³）	モデル工事（約710m³）	（継続）モデル工事（約339m³）	（継続）モデル工事（約726m³）	（継続）モデル工事（約726m³）	
フライアッシュコンクリートの需要		約58m³	約4,398m³	約5,000m³	約15,027m³	約35,162m³	約26,118m³ ＋施工者提案	（需要の拡大・定着）
JIS認証工場数の拡大（富山県：全35工場、石川県：全41工場、福井県：全29工場）		富山：3工場 石川：2工場	富山：16工場 石川： 7工場 福井： 4工場	富山：17工場 石川： 7工場 福井： 7工場	富山：17工場 石川：10工場 福井：11工場	富山：17工場 石川：17工場 福井：14工場	富山：18工場 石川：22工場 福井：22工場	（JIS工場の拡大・定着）

北陸地方（富山・石川・福井県）における フライアッシュコンクリートの JIS認証取得状況図

北陸から全国展開へ（平成28年度以降）



石川県
全41工場中18工場
（44%取得済）

富山県
全35工場中19工場
（54%取得済）

北陸3県
全107工場中59工場
（55%取得済）

福井県
全31工場中22工場
（71%取得済）

：ﾌﾗｲｱｯｼｭｺﾝｸﾘｰﾄ　JIS認証取得工場
：ﾌﾗｲｱｯｼｭｺﾝｸﾘｰﾄ　JIS認証取得予定工場
：北陸自動車道
：北陸新幹線（供用区間）
：北陸新幹線（予定区間）

（注）本図は、聞き取り（各県生コンクリート工業組合等）を基に、
北陸電力にて作成したものである。（平成28年９月末時点）

北陸中日新聞　H29.8.14掲載

北陸中日新聞　2017年(平成29年)8月14日(月曜日)　©中日新聞北陸本社2017　(日刊)

北陸中日新聞
中日新聞北陸本社
金沢市鞍月東1丁目1番地
郵便番号920-8672　電話076(261)3111

延伸にコンクリ新手法

細かな灰使用 構造物の劣化防止

北陸新幹線の敦賀延伸に伴う橋りょうなどの工事に、構造物を劣化させるアルカリ骨材反応を防ぐ新手法を使ったコンクリートが採用される見通しとなった。鉄道建設・運輸施設整備支援機構（横浜市）は既に石川県内で試験施工しており、将来的にすべての整備新幹線の工事で使われる可能性がある。新手法を考案した金沢大の研究者は「適切に維持・管理すれば、百年は劣化に耐えられる」と説明する。（沢井秀和）

通常のコンクリ ひび多数

新しい手法は劣化激減

◎反応性骨材とフライアッシュを入れたコンクリート。1年半、野外にさらしてもひび割れは微少だった　◎反応性骨材を入れたコンクリート。フライアッシュはなし。1年半、野外にさらすと、多くのひび割れが見られた。これに雨がしみこみ、膨張、ひび割れを繰り返し劣化。中の鉄材がひび割れれば、構造物の変形、破壊につながる＝いずれも金沢市角間町の金沢大で（金大提供）

アルカリ骨材反応　コンクリートがひび割れし、膨張し、ここに雨水が入り、膨張、ひび割れを繰り返し、構造物を変形、崩壊させる。コンクリート中に含まれるアルカリ性の水溶液が骨材である砂利や砂の成分と反応し、膨張するのが原因。

北陸地方では、この反応を起こしやすい安山岩の砂利を多く使う上、海岸沿いでは塩害もあり、橋や山沿体が建てた構造物には強度や耐久性の不足が指摘されているものもある。金大などは、二〇一五年三月に開業した北陸新幹線の富山県内の構造物でひび割れを確認している。

セットは西へ　北陸新幹線延伸に向けて

新しい手法は、石炭の燃焼時に出る細かな粒子の灰を使ってコンクリートを造る。コンクリート内のアルカリ性水溶液が灰の水和物に取り込まれて固まるため、アルカリ骨材反応が起きにくい。飛散する灰を用いるという意味で「フライアッシュコンクリート」と呼ばれている。

編成が進む北陸新幹線の構造物。新手法による試験施工がされている＝石川県能美市西任田町で

鉄道運輸機構 県内で試工

鉄道・運輸機構は今年三月、土木工事のあり方を定めた「構造標示方書」にフライアッシュコンクリートの標準配合を初めて明示。北陸地方のアルカリ骨材反応の抑制対策として明確に打ち出した。機構は「北陸でにフライアッシュの適用が推奨されていたため」と理由を説明する。

これまではアルカリ骨材反応はアルカリ量の制限で対応してきた。石川県能美市西任田工区の高架橋で既に試験施工しており、その評価を踏まえ本格採用の道が開かれる見通しだ。

こうした動きは、北陸電力が石川県七尾市と福井県敦賀市の火力発電所で石炭を燃焼した際に発生する粒の細かい灰を集じん機で採取する実績を整えたことも追い風になっている。

考案の金沢大教授 研究30年

新手法によるコンクリートが「国家プロジェクト」に採用される方向となり、三十年にわたり研究してきた金沢大の鳥居和之教授（62）は感慨ひとしおだ。

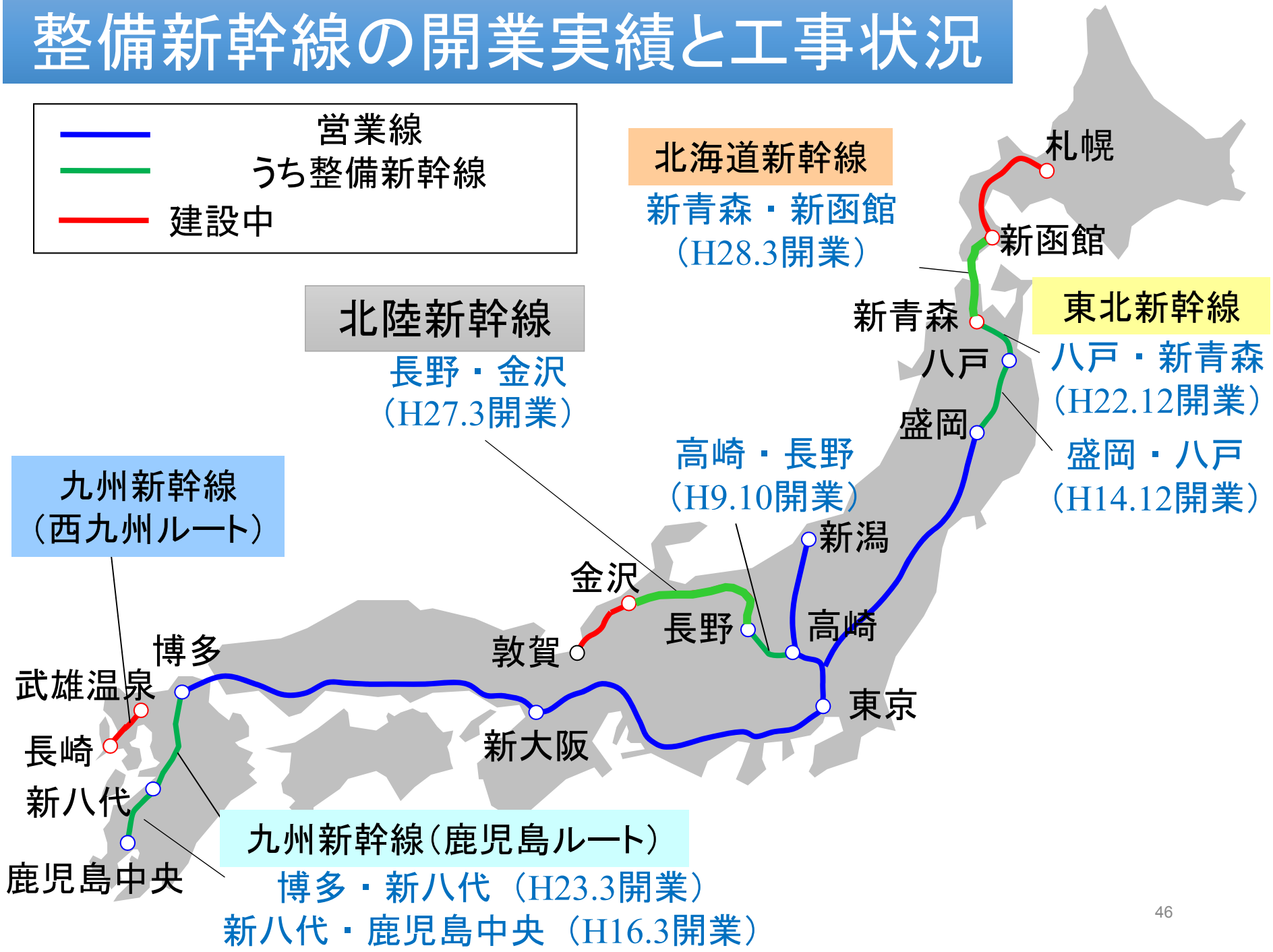
北陸では、アルカリ骨材反応で劣化が進み、二十～三十年後にはコンクリートの中の鋼材が切れて強度が保てなくなると推定される構造物がある。これらの現状を指摘し、訴え続けてきた。

節目となったのは十年前の能登半島地震の復興工事でかかわった能登有料道路（現のと里山海道）の補修。問題の深刻さと対策の必要性を浮き彫りにした。国、自治体や民間の土木技術者らを巻き込んだ研究会を組織し活動を続けてきた。

二年前には、金大をはじめ、金沢工業大や石川工業高等専門学校、長岡技術科学大（新潟県）、福井大の研究者らで構成し、鳥居教授を責任者とするグループの研究が、国の「戦略的イノベーション創造プログラム」に採択された。三億五千万円の国費が投じられ、五年計画で実証試験を重ねている。

鳥居教授は「北陸では財源、人材、技術力が不足する中、いかにインフラを維持、管理することが喫緊の課題。だからこそ産学官が一体になって新しい技術を開発できる。一つのモデルケースになればうれしい」と話している。

整備新幹線の開業実績と工事状況



北陸新幹線の金沢・敦賀間のコンクリートの配合条件表（土木工事標準示方書）（H29.3）

配合条件表は普通（N）、高炉(BB)、フライアッシュ(FB)の3種類を並列併記

（注）1.水結合材比53％で呼び強度が27以上となる地域(寒冷地)に適用する。

2.この表は、北陸新幹線、金沢・敦賀間の設計条件における標準値であるので、構造物の重要度、気象および地域の条件等に応じて、適宜修正して用いるものとする。

種別	構造物種別	設計基準強度（呼び強度）(N／mm²)	部材名称	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	寒冷地用 空気量の範囲 (%)	寒冷地用 示方配合に示す最大水結合材比（%） 普通	高炉	FA※	示方配合に示す単位水量の上限値 (kg／m³)	備考 ※FAのセメント置換率は内割15～17%を標準とする
鉄筋コンクリート	ラーメン高架橋										
	ラーメン高架橋	27（27）	スラブ、上層梁、柱、中層梁	25	12±2.5	5.5±1.5	53	☆45	☆50	175	
			地中梁			4.5±1.5	55	◎☆55	◎☆55	175	
			フーチング	40	8±2.5		55	◎☆55	◎☆55	165	1柱1基礎形式は地中梁扱い
	桁関係										
	RC桁	27（27）		25	12±2.5	5.5±1.5	53	☆45	☆50	175	
	合成桁・SRC桁	27（27） 30（30） 36（36） 40（40）					53	＊	＊		＊高炉セメント及びフライアッシュセメントは別途検討を要する。
	橋脚・橋台										
	一般的な橋脚・橋台	27（27）	く体	25	8±2.5	5.5±1.5	53	☆45	☆50	175	

（本表は全体の一部を紹介）

６．石川県市町のインフラの維持管理の課題とSIP北陸の貢献

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

採択課題の概要

コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発

研究開発責任者：鳥居和之
（金沢大学　理工研究域）
研究開発グループ　　：金沢大学
共同研究グループ（1）：金沢工業大学
共同研究グループ（2）：石川工業高等専門学校
共同研究グループ（3）：長岡技術科学大学
共同研究グループ（4）：福井大学
共同研究グループ（5）：富山県立大学（H29.4）

コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発

塩害劣化

ASR劣化

塩害およびASR
劣化機構の解明

メンテナンスマネジメントシステム

塩害，ASR対策

チタンワイヤセンサーによる点検

劣化模擬したPC試験桁

北陸から全国へ技術情報を発信

塩害対策
電気防食

塩害・ASR対策
フライアッシュコンクリートPCa・PC床版

長期モニタリング

フライアッシュ（地産地消）

金沢大学SIP 全体概要
全体スケルトン

SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術
地域実装支援チーム　一覧

2017/8/1

研究開発テーマ	研究責任者（所属機関）	参画研究機関	連携する自治体等
地域協働型インフラアセットマネジメント実装に関する研究	高松　泰（北海道大学）	北見工業大学/室蘭工業大学	北海道開発局、北海道、札幌市、室蘭市、伊達市、登別市、北見市、網走市
地域自律型の次世代型・水インフラマネジメントシステムへの転換	牛島　健（北海道立総合研究機構）	北海道大学	北海道、富良野市、南富良野町
東北インフラ・マネジメント・プラットフォームの構築と展開	久田　真（東北大学）	八戸工業大学/岩手大学/秋田大学/日本大学	東北地方整備局、青森県、岩手県、秋田県、山形県、宮城県、福島県、山形県建設技術センター、宮城県建設センター、日本建設業連合会東北支部、建設コンサルタンツ協会東北支部
道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した統括的研究	前川　宏一（東京大学）	日本大学/(株)土木管理総合試験所/(株)NIPPO/東日本高速道路(株)/首都高速道路(株)/横浜国立大学/京都大学/大阪大学/高知工科大学/情報通信研究機構/東京工業大学/筑波大学/土木学会/北海道大学/九州大学	東北・北陸・中国・九州地方整備局、京都府、高知県、新潟市、桑名市、富士市、町田市、津別町
コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発	鳥居　和之（金沢大学）	金沢工業大学/石川工業高等専門学校/長岡技術科学大学/福井大学/富山県立大学	北陸地方整備局、富山県、石川県、福井県、糸魚川市、富山市、朝日町、氷見市、輪島市、宝達志水町、かほく市、内灘町、野々市市、能美市、小松市、白山市、鯖江市、越前市
使いたくなるSIP維持管理技術のMEネットワークによる実装	六郷　恵哲（岐阜大学）	—	岐阜県、岐阜県建設研究センター
関西・広島地域のインフラ維持管理の枠組みと新技術の実展開	古田　均　（関西大学）	神戸大学/広島大学/広島工業大学	大阪府、兵庫県、広島県、奈良県
多層的な診断による地方自治体のインフラ維持管理システムの開発	黒田　保　（鳥取大学）	—	鳥取県、鳥取県建設技術センター
重大事故リスクに着目した地方自治体支援システムの開発	全　邦釘　（愛媛大学）	香川大学/東京大学/埼玉大学	四国地方整備局、愛媛県、四国中央市、今治市、宇和島市
インフラ維持管理に向けた革新的先端技術の社会実装の研究開発	松田　浩　（長崎大学）	九州大学/九州工業大学/九州共立大学/熊本大学/佐賀大学/宮崎大学/鹿児島大学/山口大学/福岡大学/大分工業高等専門学校	長崎県、長崎県建設技術センター(NERC)、山口県、福岡県、佐賀県、大分県、宮崎県、熊本県、鹿児島県
亜熱帯島嶼に適した橋梁維持管理技術の開発と診断ドクター育成	有住　康則（琉球大学）	—	内閣府沖縄総合事務局、沖縄県

研究開発テーマ	研究責任者（所属・役職）	共同研究機関
経営学・理工学・経済学連携によるインフラ長寿命化モデルの開発	大林　厚臣（慶應義塾大学）	京都大学/(株)価値総合研究所

SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術
地域実装支援チーム　体制図

地域特性に応じた
アセットマネジメント
システムの展開と実装
自治体との連携を軸に
要素技術の展開を加速

【地域展開拠点 11箇所】

【ビジネスモデル構築支援・事業展開支援】

慶應義塾大学

京都大学
価値総合研究所

平成29年度の計画

北陸4県(新潟[上越地方],富山,石川,福井)**の15程度の市町を対象として，**橋梁長寿命化修繕計画による点検結果などの過去のデータも踏まえ，劣化進行を考慮した**道路橋の維持管理シナリオの**策定を図る。その際，当該市町の**自然・社会環境に応じて，また予算や人材に基づく身の丈に合った合理化策を構築する。**

SIP等による開発技術の内，点検・調査・評価・対策の方法・システムを必要に応じて導入する。

平成29年度の市町への支援スケジュール

回	時期(月)	事項	行動
1	5～7	市町村への打診	官学の顔合わせ
2	7～8	市町村の課題の抽出	官産から学への照会
3	11	他のSIPの技術紹介	展示会の開催
4	10～11	解決策の整理	打合せ
5	12～1	解決策の修正	

平成29年度の学の体制

大学	教員名
長岡技大	宮下
富山県立大	伊藤，立花
金沢大	深田，久保
金沢工大	宮里，花岡
福井大	鈴木

- **46歳以下**
- **毎月に打合せし情報交換**

感想

若手が応対することで威圧感を減じ、市町の生の声を拾えている。

現在協力体制を構築できた市町

市町名	人口(人)	面積(km^2)	管理橋梁数(橋)
糸魚川市	43,897	746.2	525
内灘町	26,943	20.3	7
越前町	22,209	152.9	217
かほく市	34,293	64.4	90
小松市	106,905	371.0	473
鯖江市	69,187	84.75	422
富山市	417,760	1,241.7	2222
野々市市	55,297	13.5	220
能美市	48,934	84.1	252
白山市	109,581	754.9	369
氷見市	48,671	230.6	360
宝達志水町	12,805	111.5	132
輪島市	26,312	426.3	446

各市町における立地条件，環境条件など

●標高（凍害，塩害）

●海岸からの距離（飛来塩分，津波）

●面積

●人口（税収）

●河川，用水

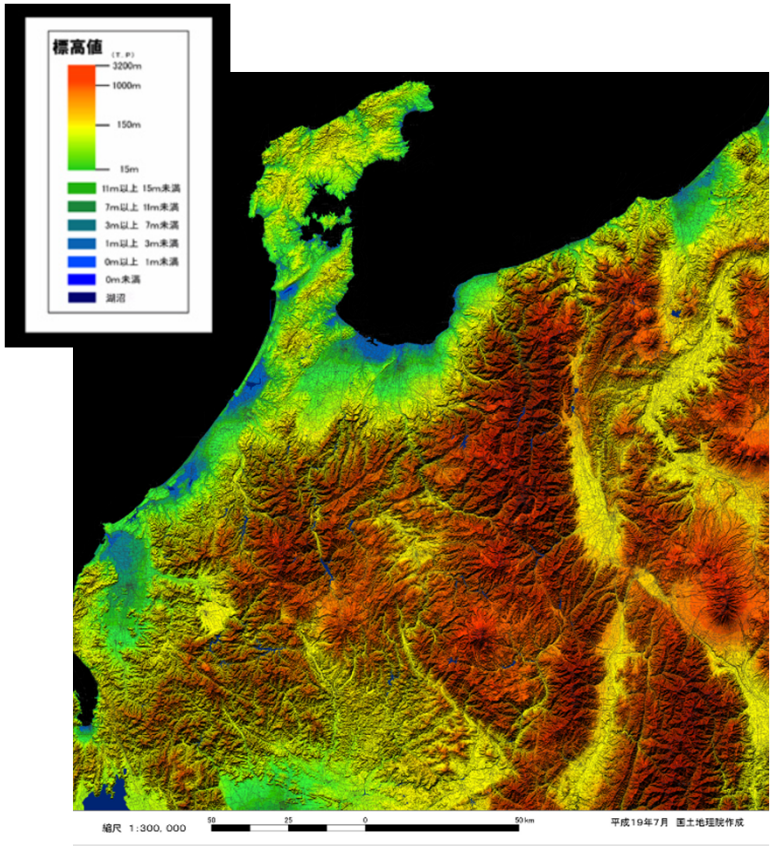
●管理橋梁数（長支間，高橋脚）

●緊急輸送道路を有する

●跨道橋および跨線橋を有する

●トンネル，シェッドを有する

●国，県からの移管した古い橋梁



今後の活動計画

技術も財力も乏しく、人口も経済も減少していくが、住民との距離が近いことを誇りに感じている地方自治体を救いたい

国道では通過車両が多い。一方、市道は住民の生活に直結する。

今年度

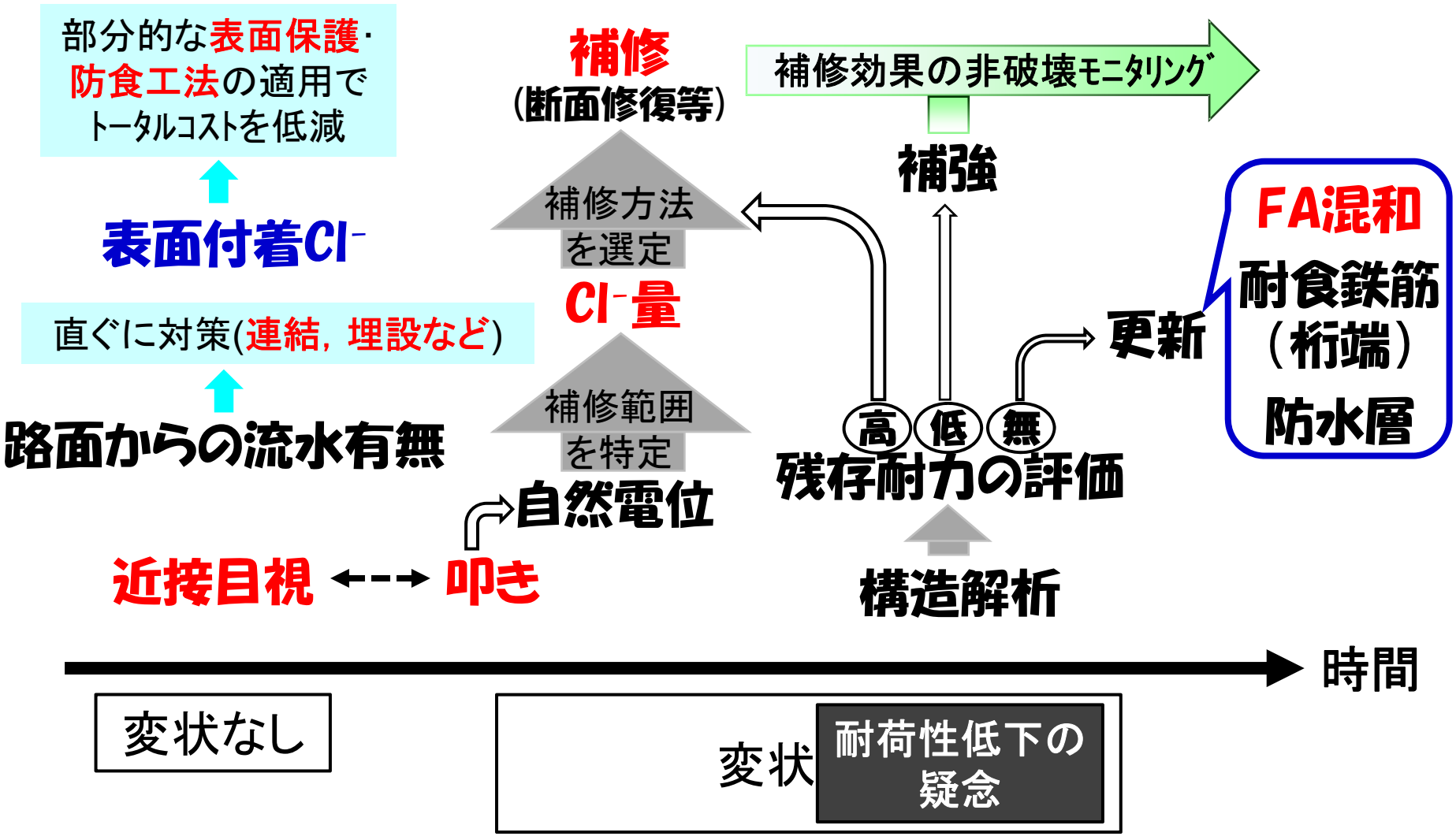
税収が減少する将来においても、住民の安全・安心を守るべく、地域に必要な社会基盤の維持管理シナリオの標準モデルを創出

↓

個々の市町の実情に応じてアレンジした上で、平成31年度に策定される橋梁長寿命化修繕計画の改定版に維持管理シナリオの標準モデルを導入し、将来的にもサイクルが廻る維持管理を計画・推進

塩害維持管理シナリオ(案)重要

維持管理は、
作業の目的を理解して
点検することが重要



ASR維持管理シナリオ(案)

重要

ASRの膨張進展把握が基本

目視点検

↓

ASRの可能性判断

↓

グルーピング

反応性
部材特性
劣化リスク

↓

モニタリング

↓

調査・対策

やみくもに
対策をしない

↓

追跡モニタリング
効果検証

塩害環境

鉄筋腐食対策

ASRへの影響を考慮
対策後の再膨張考慮

腐食無

対策後の膨張進展の把握

補修・補強
更新

力学的拘束

ひび割れ補修
含浸処理

内部水分の滞留回避

水処理，剥落防止(可視性)

小 耐久性 の懸念	中～大 使用性 (変形)の 懸念	過大膨張 耐荷性の 懸念	膨張
Level 1	Level 2	Level 3	

金沢大学SIP地域実装支援の構成

1．各市町の地域実装に向けた支援活動報告

②市町への地域実装支援

2．コンクリート診断士会との連携による人材育成支援活動
3．石川県内の橋梁に対する維持管理計画への実装
4．道路管理者と連携した橋梁モニタリングの地域実装

5．地域実装における出口戦略

①新技術の地域実装

1．流電陽極方式，電気防食工法の地方道路橋への地域実装
2．衝撃診断法による早期劣化した地方道路橋床版の劣化度評価と補強方法の検討
3．早期劣化した橋梁に対する補修工法の地域展開
4．塩害劣化させたPC試験桁の長期モニタリングと載荷試験の概要

③関係自治体からの報告

富山市・富山県・石川県・福井県としての新技術導入への意向・見解およびSIP技術評価

5．JCI研究委員会によるSIP研究成果に基づく全国展開 ⇦ H29～30年度の発信

さざれ石（角閃石石灰岩，気多大社）