

韓国コンクリート学会
長期暴露によるコンクリートの耐久性評価
(2012.11.8)



日本大学で進める暴露試験

日 本 大 学
湯 浅 昇



「日本大学で進める暴露試験」

本日お話しすることは、

- 日本大学の暴露試験場と暴露試験体
- 暴露試験に対応する日本大学の促進試験
- インターネットを利用した遠隔地観測データの収録システム

日本大学の暴露場

- 北海道・泊暴露場
 - 日本大学暴露場
 - 三宅島暴露場
 - 霧島九大・日大・琉大共同暴露場
 - 沖縄・辺野喜琉大・日大共同暴露場
-

暴露試験観点・内容

- RC造の劣化(中性化・塩害による鉄筋腐食、凍害、火山性腐食ガス)抵抗性

セメント種類、水セメント比、初期養生

- 仕上材の劣化(耐候性、塩害、火山性腐食ガス)とRC造保護(中性化・塩害による鉄筋腐食、凍害、火山性腐食ガス)効果

各種外装材、各種塗膜

- 建築材料間の劣化(耐候性、塩害、火山性腐食ガス)の相違

コンクリート条件、金属類、外装材類、塗装材料類

暴露試験体制



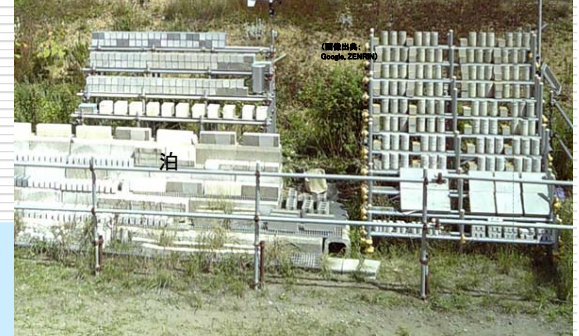
辺野喜

沖縄・辺野喜



イギリスにも

九州・霧島



千葉・日大

三宅島





泊原子力発電所

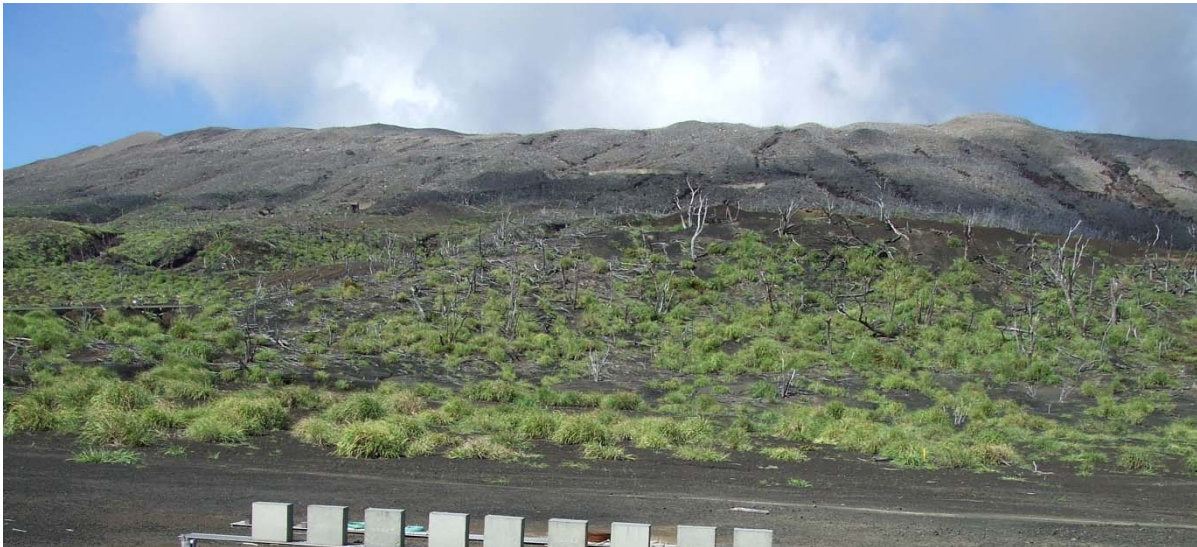
北海道・泊 日本大学曝露場(凍害・塩害環境下)



千葉・津田沼 日本大学曝露場(一般環境下)

沖縄辺野喜 琉大・日大共同曝露場(塩害環境下)





**三宅島雄山
日本大学曝露場
(火山性腐食ガス環境下)**

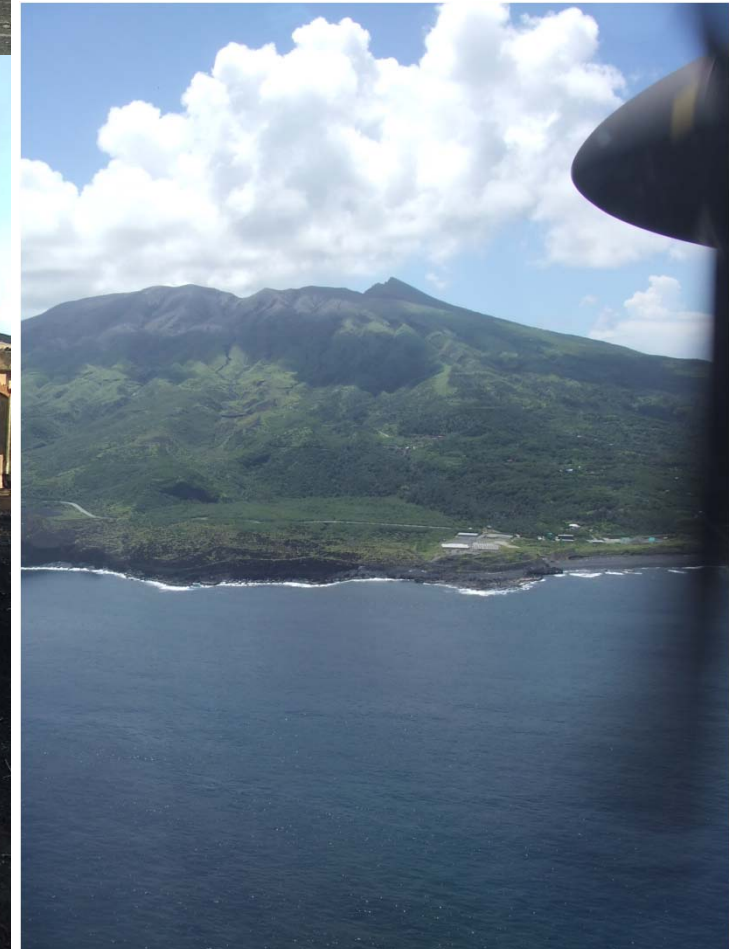




写真2 曝露試験方法

暴露試験に関する 促進試験と主な試験装置

微細構造測定



水銀ポロシメーター

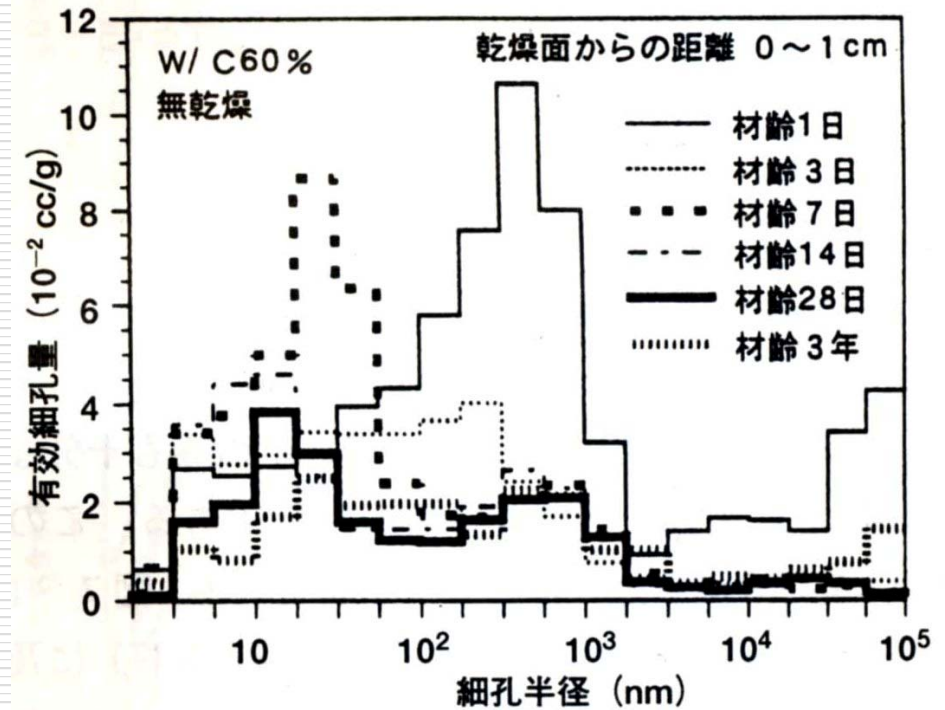


図3 水和に伴うコンクリートの細孔径分布の変化³⁾

耐久性関連試験装置

中性化促進装置



塩水浸漬乾燥装置 (5~60°C)

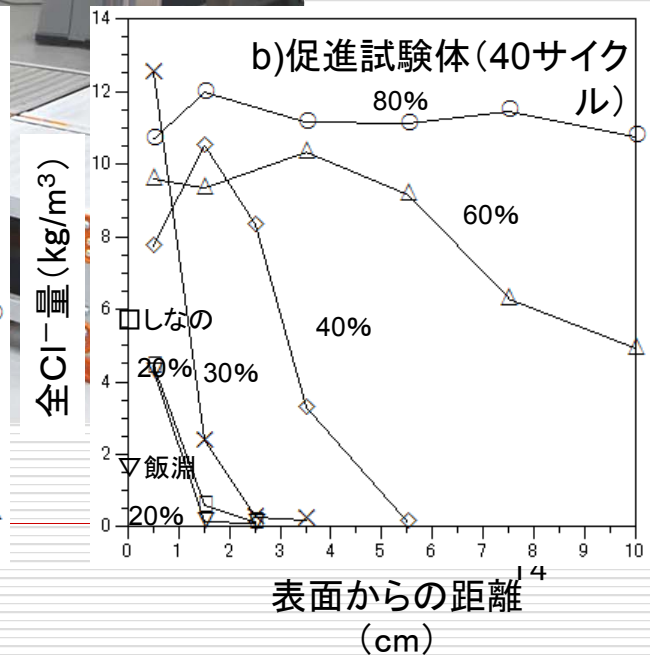
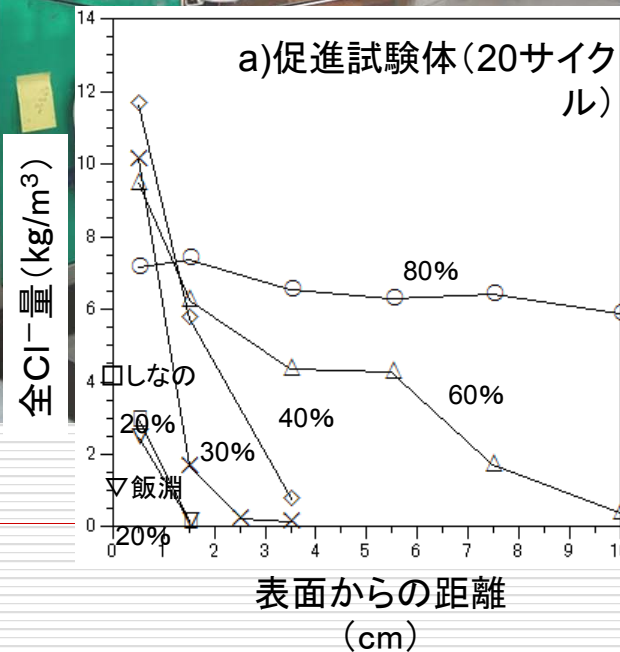
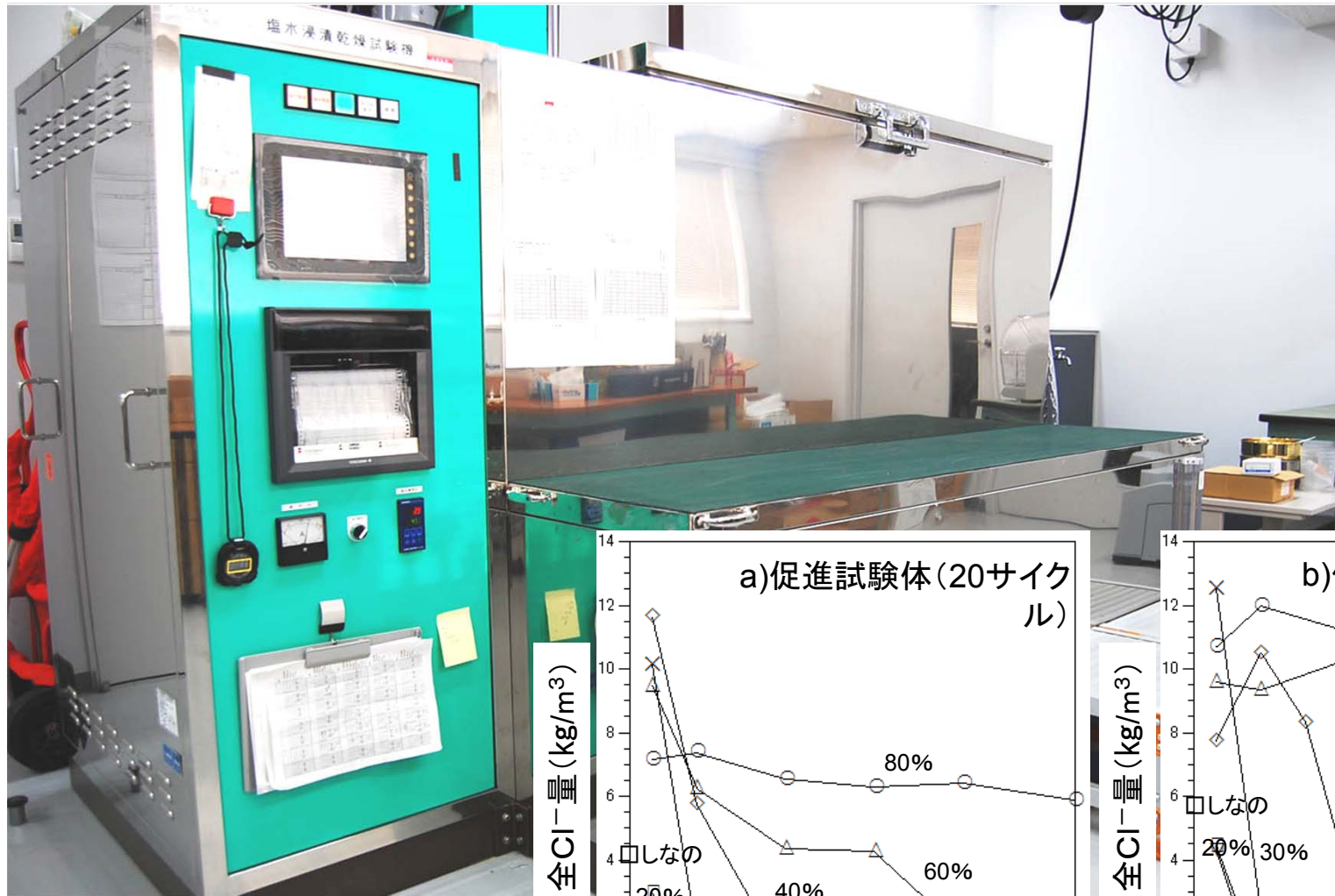
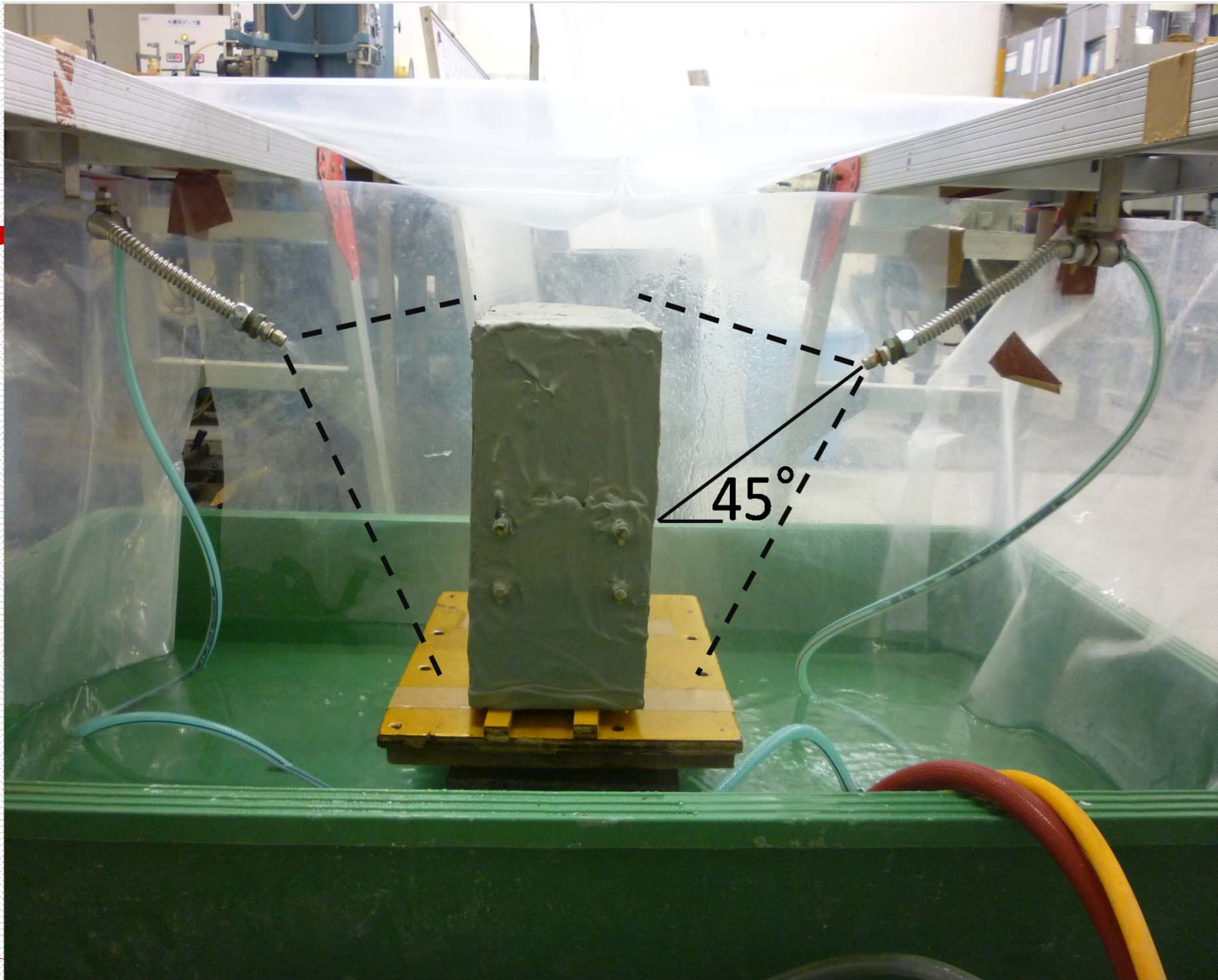


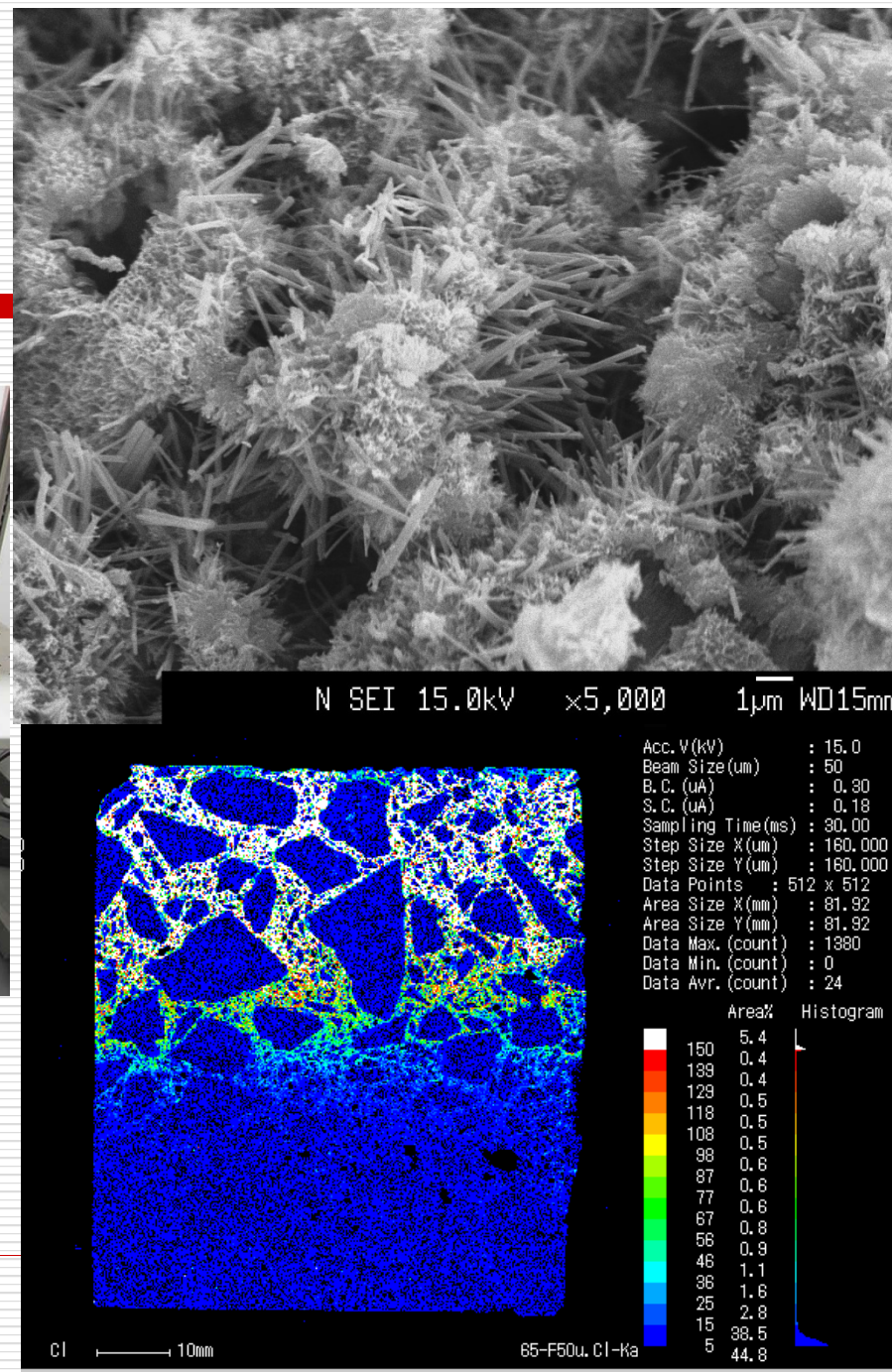


写真3 交流インピーダンス測定器



塩水及び水の噴霧

EDAX付SEM

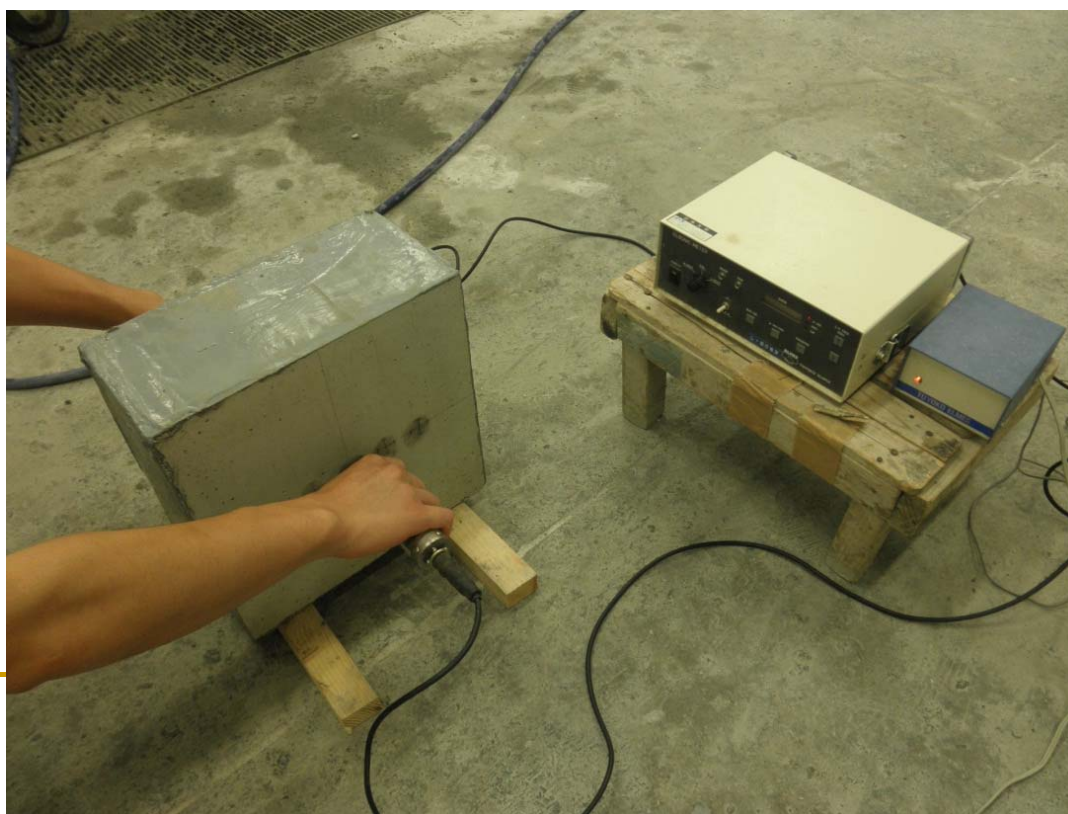


超低温凍結融解機 (A・B法: $-50\sim 60^{\circ}\text{C}$)



超音波伝搬速度の測定

NDIS24626-1-2009「コンクリート構造物の弾性波による試験方法—第1部：超音波法」に従い、超音波測定装置E社製)を用いて、二探触子対面配置により促進・暴露面間の超音波伝播速度を測定。



動弾性係数の算出

緒方らが提案する超音波伝播速度と動弾性係数の関係式(ただし適用範囲2.0~4.7km/s)

$$E_d = 4.0387 \times V_L^2 - 14.438 \times V_L + 20.708 \quad (1)$$

ここに、 E_d :動弾性係数(GPa)、
 V_L :超音波伝播速度(km/s)

凍結融解作用を受けるコンクリートへの適用

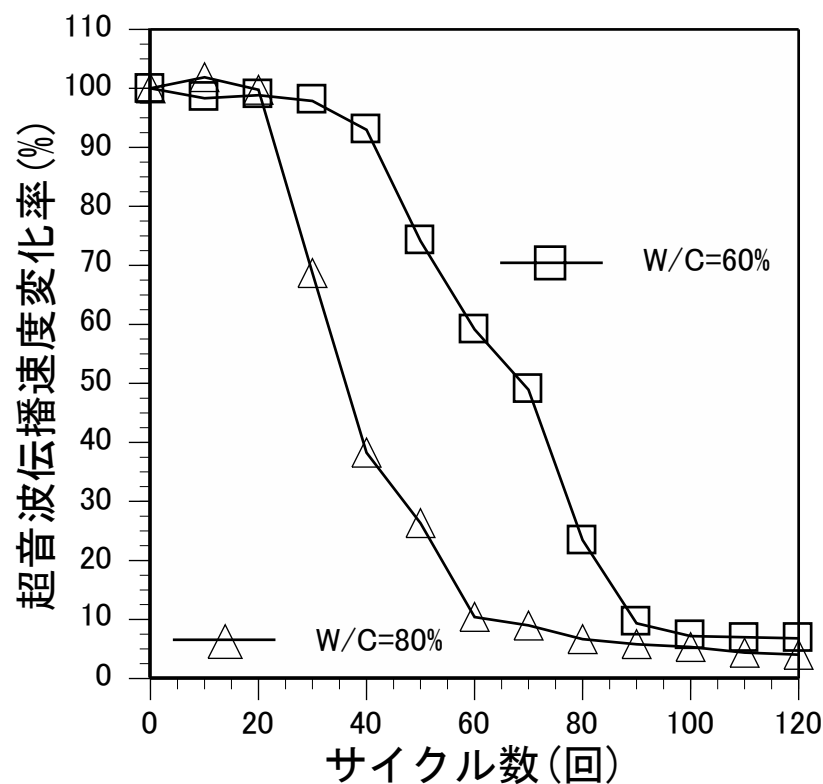


図1 凍結融解促進試験における超音波伝播速度変化率

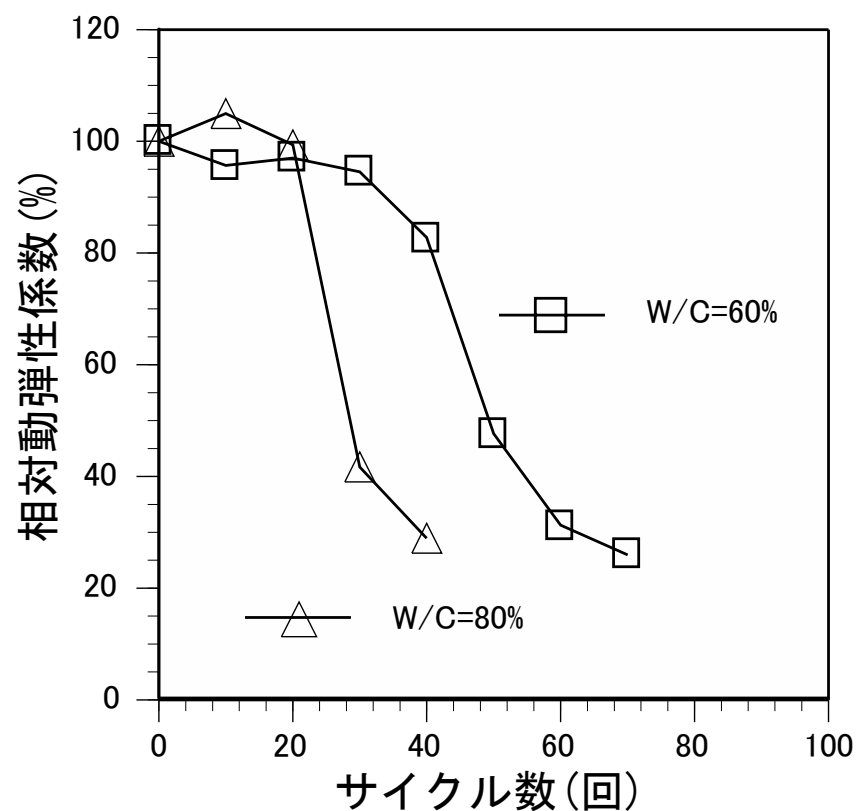
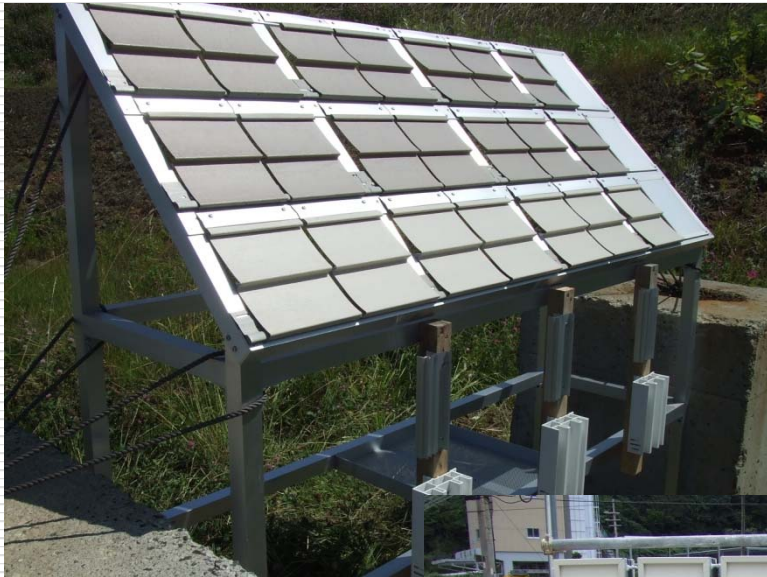


図2 凍結融解促進試験における相対動弾性係数の変化



塩ビサイディングの耐候性試験 (暴露試験と促進試験)



インターネットを利用した遠隔地非破壊 試験データの観測システム

RECEIVING SYSTEM FOR NON-DESTRUCTIVE TESTING
DATA ON REMOTE SITE USING INTERNET

湯浅 昇

Noboru YUASA

日本大学生産工学部

通信システム・インターネットによる試験データ収録システム



温湿度センサ



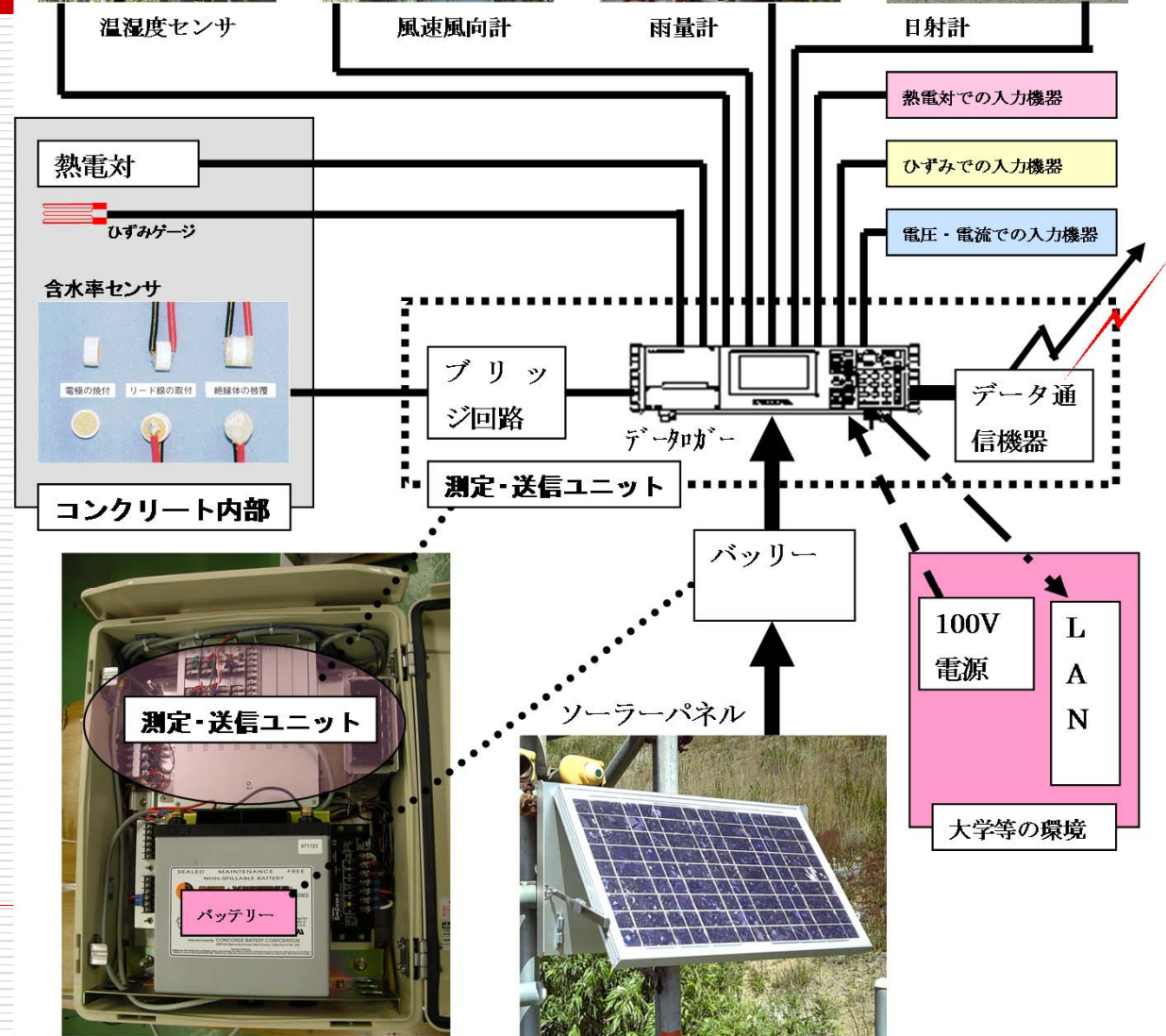
風速風向計



雨量計



日射計



紹介する内容

- 暴露試験を実施するにあたり、構築・使用した無線による試験データの入手システムである。
- データロガーとインターネットを利用して遠隔地での暴露試験データをモニタリングするシステムである。
- トラブルが発生する直前までの測定データを確保し、そのトラブルを即時に把握できるシステムである。

遠隔地の試験データの入手(昔)

- 電話有線回線で通信
 - システムが古く扱いにくい
 - 電話回線がないと不可
 - 現地で保存させたデータ(テープ、フロッピー等)を回収
 - 定期的に現地に赴く必要有
 - トラブルが発生した場合も回収に赴くまで把握できない→欠損データ
-

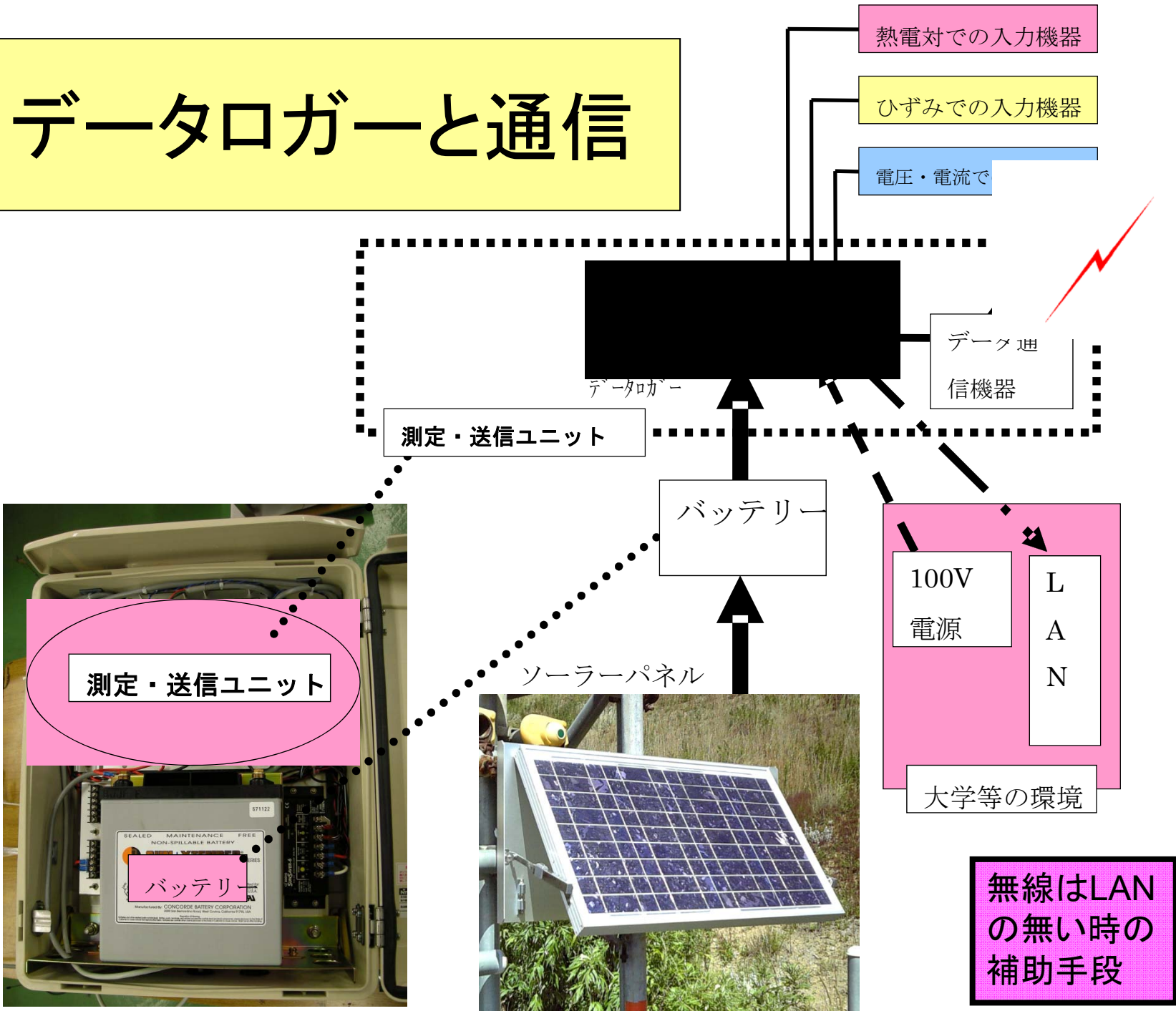
近年の技術

- ワイヤレス通信技術（携帯電話、衛星回線）の発展とその廉価化
- インターネット網の普及



比較的簡単に廉価でデータロガーとインターネットを利用して遠隔地の試験データを瞬時に入手可能な時代

データロガーと通信



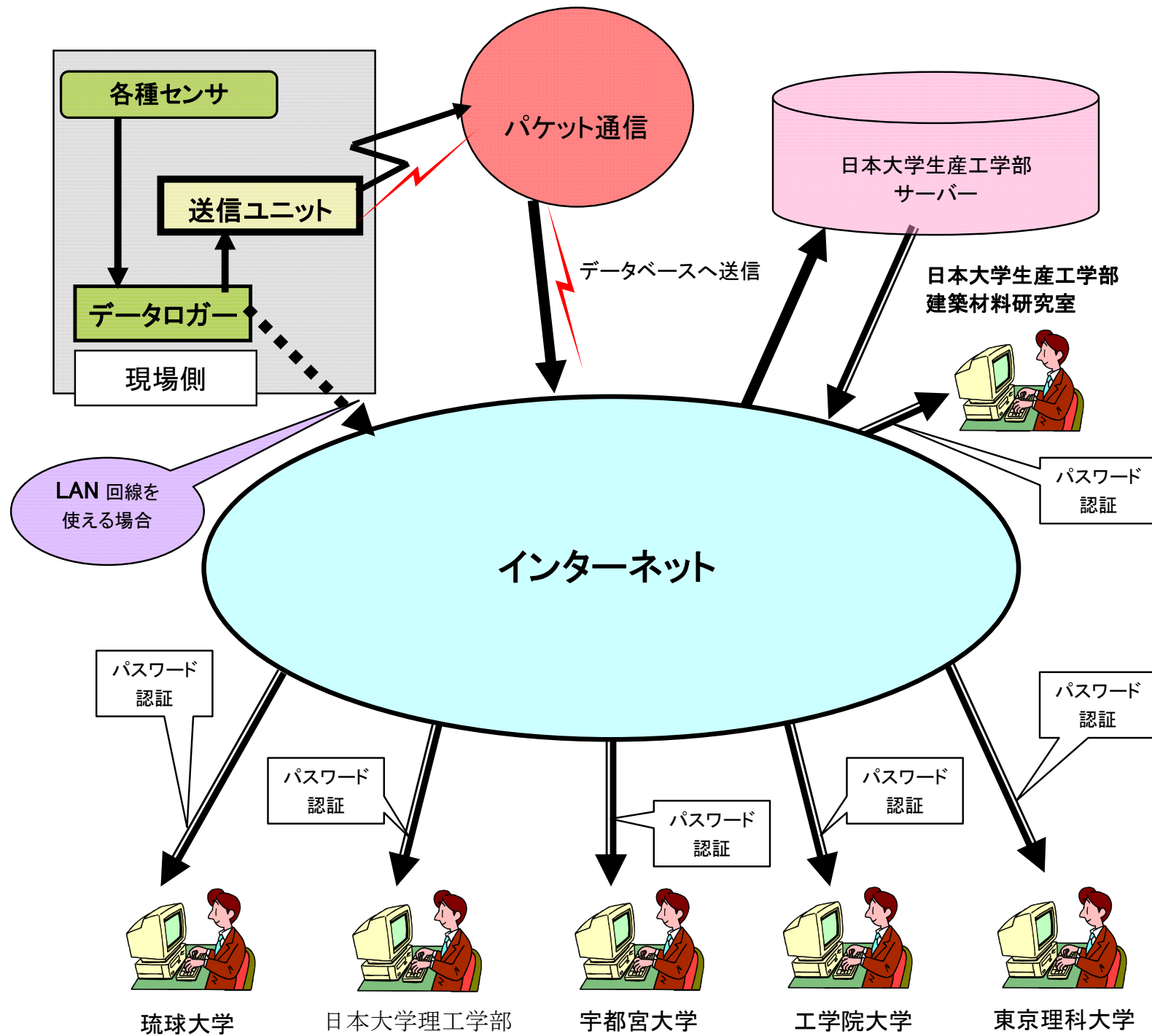
測定・送信ユニット

バッテリー

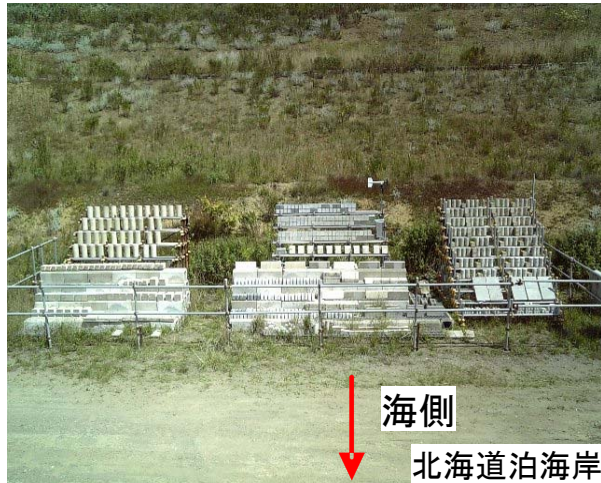
無線はLAN
の無い時の
補助手段

システムの特徴と主な仕様

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ◆現場のデータをインターネット経由で送信、現場でのデータ回収が不要 ◆通信回線網にパケット通信網を採用し、全国どこでもデータ送信可能 ◆海外でも通信回線網の検討により、ほぼ全世界・全地域どこでもデータ送信可能 ◆LAN接続による送信も可能 ◆専用Webサイトで、最新データ、データの波形表示、CSVデータのダウンロードが可能 ◆定時観測のほか、異常時などの警報メール送信も可能 ◆ソーラ電源ユニットにより無電源地域での測定・送信可能 	データ送信	<ul style="list-style-type: none"> ●専用Webサイトへ自動送信 ●送信タイミング：10～1440分 ●測定間隔：10～1440分 ●警報メール設定可能（送信先 最大5件）
測定点数	1ユニット16点（2点単位で実装可能） 1ユニット毎に増設可	共通仕様	<ul style="list-style-type: none"> ●設定方式：Webブラウザにて設定 ●接続条件：常時接続 ●通信状態表示：Webブラウザにて、受信レベルを表示 ●データモニタ：Webブラウザにて、工学値表示可能 ●データ容量：256MB ●OS：Embedded Linux ●サーバ機能：Webサーバ、FTP、TELNET ●通信方式：パケット通信（FOMA,CDMA X1）
測定対象	<ul style="list-style-type: none"> ●電圧（0～5V） ●電流（4～20mA） ●ひずみゲージ変換器 ●熱電対（T） 	電源入力	DC 8～15V
A-D分解能	16bit	消費電力	5.0W以下
		外形寸法	260(W)×49 (H)×260 (D) mm（突起部含まず）
		質量	約900g



暴露試験での適用事例



北海道岩内郡共和町字梨野舞納
の海岸線から約40mの位置
緯度43度1分
経度140度36分

沖縄県国頭郡国村字辺野喜
の海岸線から約40mの位置
緯度26度47分
経度128度15分





温湿度センサ



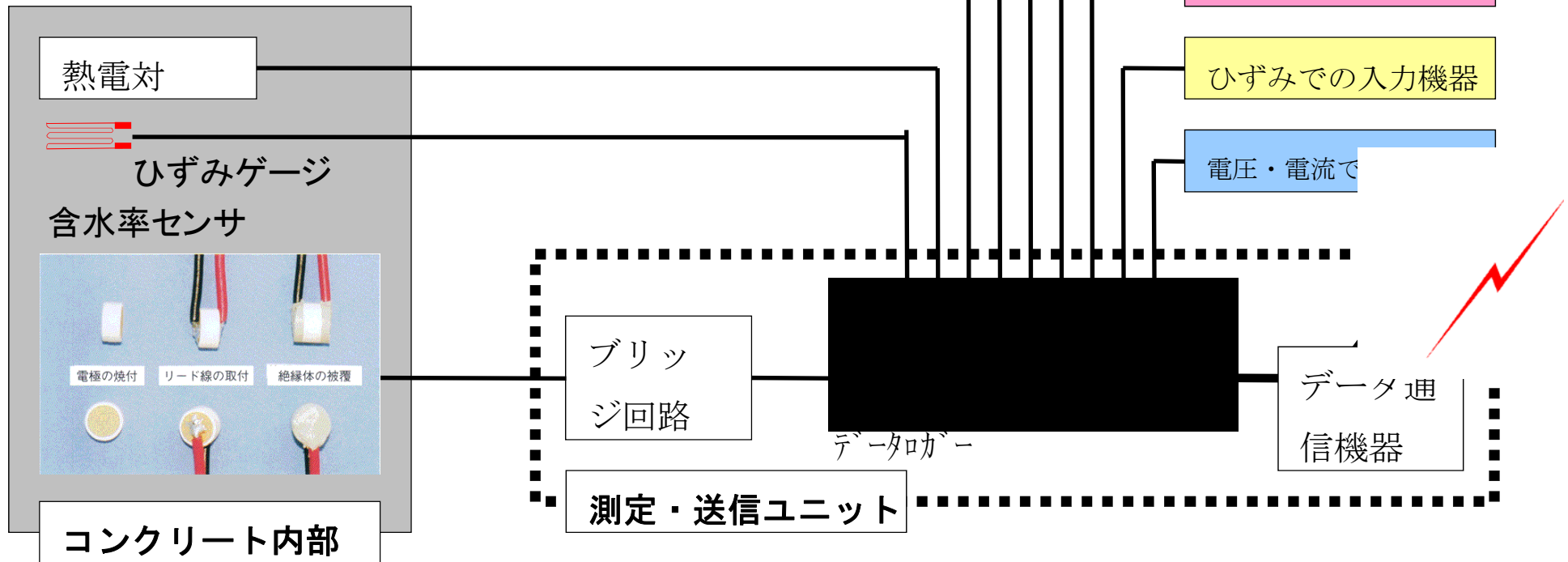
風速風向計



雨量計



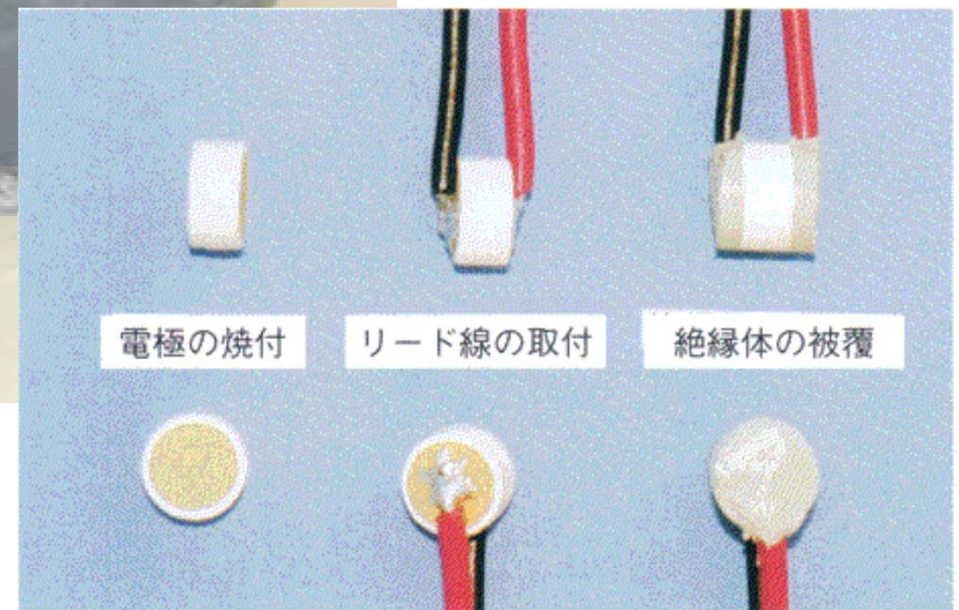
日射計



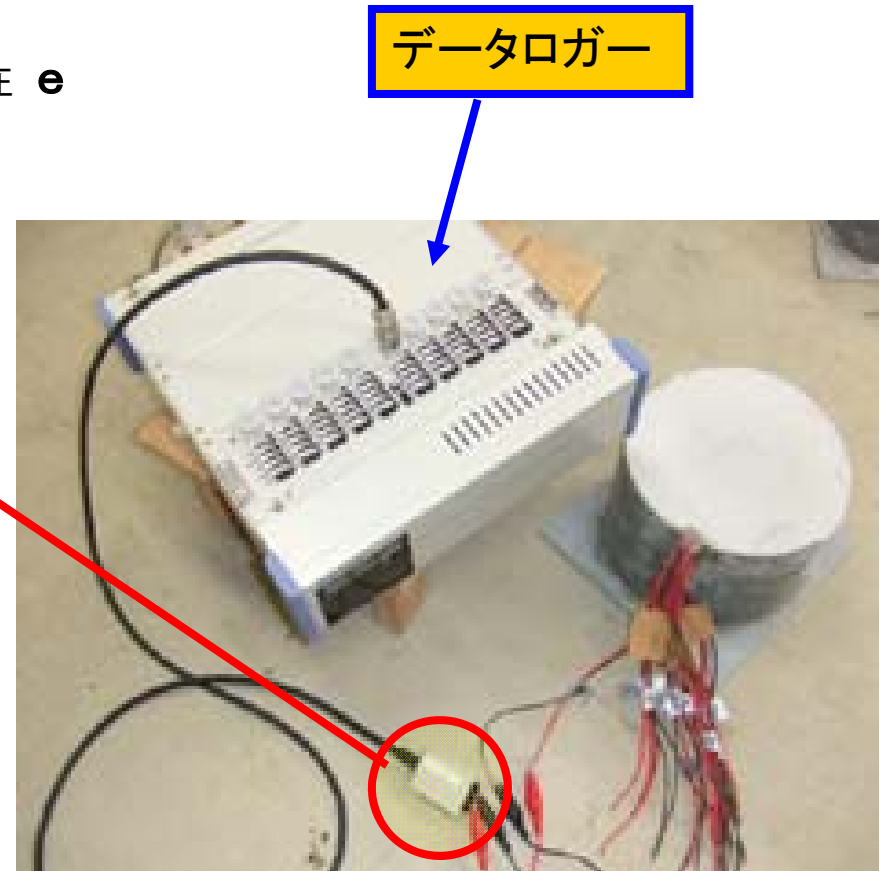
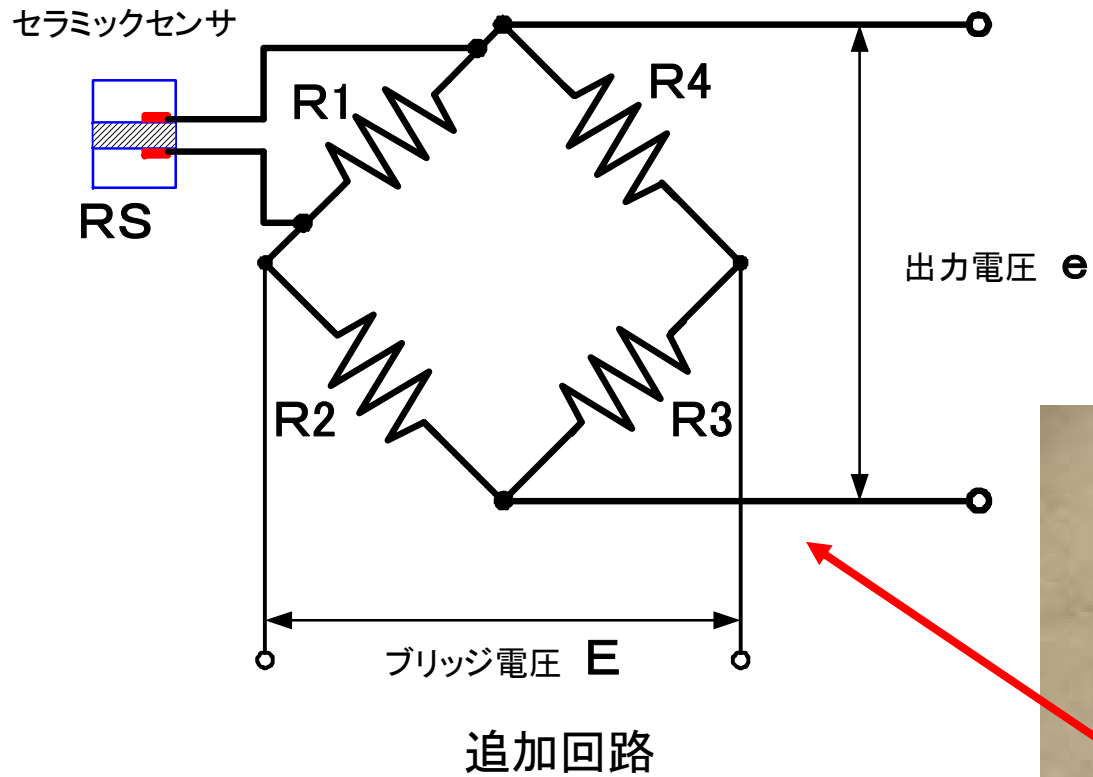
適用状況

設置場所	環境(劣化外力)	住所(緯度・経度)	通信方式	電源	測定データ (()は2009年設置予定)
北海道・泊	海岸 (塩害・凍害)	北海道岩内郡共和町字梨野舞納の海岸線から約40mの位置(緯度43度1分、経度140度36分)	パケット通信	ソーラー	温・湿度、風向・風速、雨量 (含水率)
沖縄・辺野喜	海岸(塩害)	沖縄県国頭郡国村字辺野喜の海岸線から約40mの位置(緯度26度47分、経度128度15分)	パケット通信	ソーラー	温・湿度、風向・風速、雨量 (含水率、長短波放射量、回転式日照量)
千葉・津田沼 (日本大学生産工学部)	一般環境	千葉県習志野市泉町1-2-1日本大学生産工学部32号館屋上(緯度:35度41分、経度:140度3分)	LAN接続	100V電源	温・湿度、風向・風速、雨量、日射量 (含水率、長短波放射量、回転式日照量)
モンゴル・ウランバートル	一般環境 (凍害)	モンゴルウランバートル モンゴル科学技術大学屋上(緯度47度55分、経度106度52分)	LAN接続	230V電源	温・湿度、風向・風速、雨量、長短波放射量、回転式日照量、(含水率)
イタリア・アウグスタ	海岸1km (塩害・不同沈下)	イタリアシチリア島アウグスタ 国宝RC飛行船格納庫(緯度37度14分、経度15度11分)	衛星回線	220V電源	傾斜計、ひずみ計、変位計の2006年設置検討も断念

セラミックセンサによる含水率の測定(実験室)



セラミックセンサのデータロガーへの接続とそのための追加回路



材料・施工分野でモニタリング

- 経時変化(年オーダー)する性能
- 非破壊試験が可能な指標
 - 今後の非破壊試験の発展との関わり大
 - データロガーに入力できるセンサー(熱電対、ひずみ、電圧・電流入力)開発・回路変更

各種材料の

含水率、塩化物イオン浸透、腐食、ひび割れ、膨張量、漏水、圧力、温度、湿度、熱伝導・・・

LAN環境での実施が基本

無線配信はLAN環境で構築されたシステムの補完としての位置づけ

無線利用は無電源・無LAN環境で仕方なく

おわりに

ここでは、本研究室で実際に導入した暴露試験場における計測・送信・受信システムについて述べた。

昔と違い、遠隔地で自動的に測定した貴重なデータを欠損させることなく、即時に入手することが可能である。また、何かトラブルがあればそれを即時に把握することが可能であり、トラブルを即座に解決できる。

遠い昔、我々がこうありたいと考える暴露試験の運営、遠隔地の情報の入手は、簡単に、安価に行えるのが今の時代である。

昔なら、開発することも残されていたが、既にある技術を応用すればいい時代である。新たな開発研究も歓迎するが、それ以上に、今は、今ある技術の深い理解と応用・適用が重要な課題である。

