

平成30年度 住宅・建築物技術高度化事業

スマートセンサ型枠システムによる  
スラブコンクリートの品質管理高度化  
技術の開発

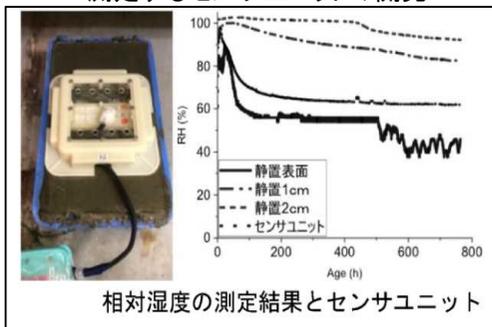
(2018年度～2019年度)

国立大学法人 東京大学  
児玉 株式会社

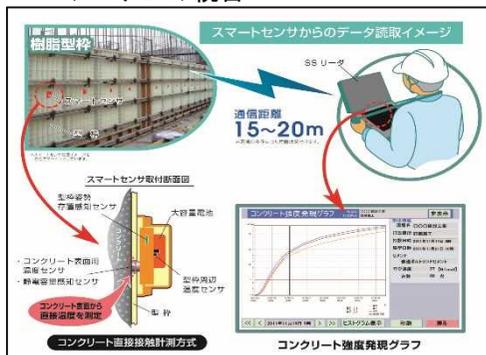
# 【事業の概要】

## ①開発する製品、工法等の概要

1. コンクリート表層の内部湿度を測定するセンサユニットの開発



2. センサユニットとスマートセンサ型枠システムの統合



※既存技術と新技術を統合した高精度化技術

### コンクリートスラブ用 センサユニット

・コンクリート表面の湿潤状況を測定

### スマートセンサ型枠システム

・型枠に搭載したセンサー情報により  
コンクリート表面温度から強度を  
推定するシステム

### 自動散水システム（新技術）

・上記センサーとの連動による自動散水装置

### 開発製品の概要

### スラブコンクリート温湿度 センサー強度管理システム

・左記の3つの機能を統合し従来の温度のみの強度推定手法に湿度の要素を盛り込み、より正確な強度推定および脱型時期の判断が出来るシステムを構築する。  
ICTの活用により、品質管理の高度化、生産性の向上、施工管理の合理化、省力化に寄与する管理システムの開発を行う。

## ②当該製品、工法等の開発にあたり必要となる新技術

1. コンクリート表面の湿度データから、コンクリート内部の湿度を推定する理論式の構築とアプリケーションソフトへの実装
2. 日射や降雨などの外部環境の影響を受けないセンサユニットの開発
3. 遠隔で操作を可能とするための現場通信システムの開発

## 【事業の概要 ③・④・⑤】

	省力化	合理化	高耐久化
③ 政策課題	1. 自動散水システムによる <b>省力化</b>	2. 高精度な強度推定による型枠支保工の取外し時期の <b>合理化</b>	3. <b>高耐久化</b> と低炭素化
④ 開発効果	作業員の経験作業 ↓ 自動化による 生産性向上・省力化	正確な脱型時期の判断 ↓ 作業の合理化による 工期短縮	表層品質の向上 ↓ 高耐久化による 建築物の長寿命化 型枠の転用回数UP
⑤ 先導性	◎ 有	◎ 有	◎ 有
類似製品	・土木工事で類似の技術はあるが、推定精度が低い。 正確性に欠け参考値として判断する程度。(建築では無し)		

## 【技術開発の実施計画】

### (1) 設計プロセス

#### ①. センサユニットで測定される湿度とスラブ強度の関係

- ・有効材齢推定に影響を与える湿度の確認。
- ・複数のスラブ厚にて強度低下を起こす湿度閾値の検証
- ・自動散水システムの作動湿度を設定する根拠となる

#### ②. スラブ全断面の温湿度分布と強度

- ・スラブの温湿度分布の経時変化を実験的に明らかにする
- ・センサユニットにより測定される温湿度から理論式を構築する
- ・スラブ全断面での強度管理を行う手法を提案

#### ③. 周辺環境からのスラブ表面温湿度の推定

- ・コンクリート近傍の雰囲気環境(気温、湿度、日射、表面風速)からコンクリート表層部の湿度を間接的に推定するための手法の検証

#### ④. 機構設計、回路設計、ソフトウェア開発

##### i) 機構設計

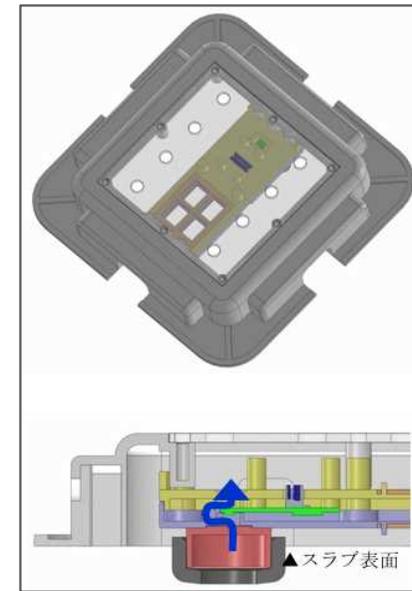
- ・プロトタイプ試作機に対して、通気性や湿度センサの配置方法、基板配置、その他について改良設計を行なう

##### ii) 回路設計

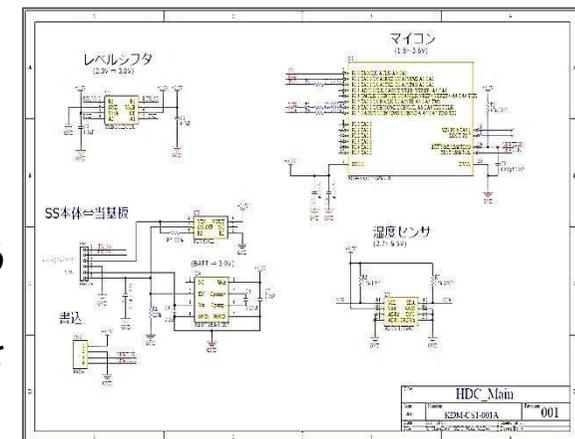
- ・温湿度のデータを無線収集用親機ユニットのI/F回路設計を行う

##### iii) ソフトウェア設計

- ・温湿度センサデータの取り込み、親機ユニットとのデータ通信を主としたマイコンソフトの開発とPCアプリソフトの開発を行なう



温湿度センサユニット

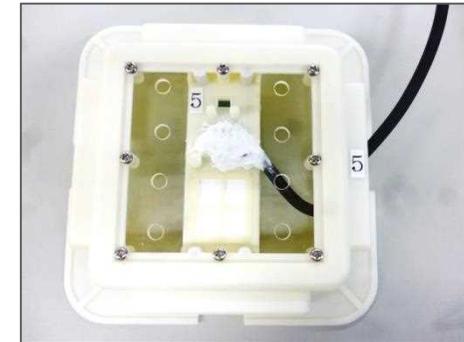


回路図

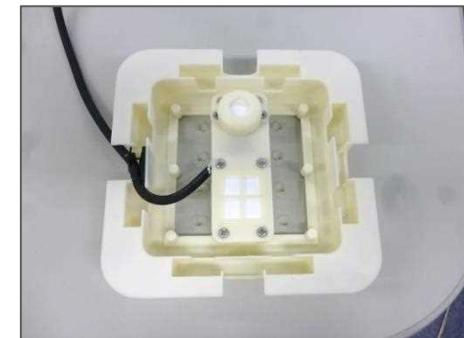
## 【技術開発の実施計画】

### (2) 開発プロセス

- ①. 原寸大実環境における模擬施工実験
  - ・自動散水システムの作動条件が適切かの検証実験
  - ・2m角程度の模擬スラブにて検知湿度を4水準程度に設定し打設  
→ 脱型判定材齢および28日材齢でコア圧縮強度を確認
- ②. 散水条件の設定期間
  - ・乾燥の影響は若材齢で大きいことが経験則として知られる。
  - ・①実験と同様に、脱型判定までの自動散水とした場合に、  
28日強度の変動を実験的に検証する
- ③. センサユニット・散水機構・回路基板の試作
  - i) センサユニット試作
    - ・設計プロセスでの改良設計の結果得られた設計データを基に、  
光造形による注型試作を行なうと共に温湿度センサを搭載した  
下記の基板を組み込む
  - ii) 散水機構試作
    - ・試作設計結果に基づき機構試作を実施する
  - iii) 回路基板試作
    - ・温湿度センサと親機ユニット通信I/Fを搭載した小型基板を  
外注にて試作する
  - iii) その他(特許申請)
    - ・機構、回路、ソフトウェアの各カテゴリにおいて新規性を有する  
技術について特許申請を行なう



温湿度センサプロトタイプ(表)



温湿度センサプロトタイプ(裏)



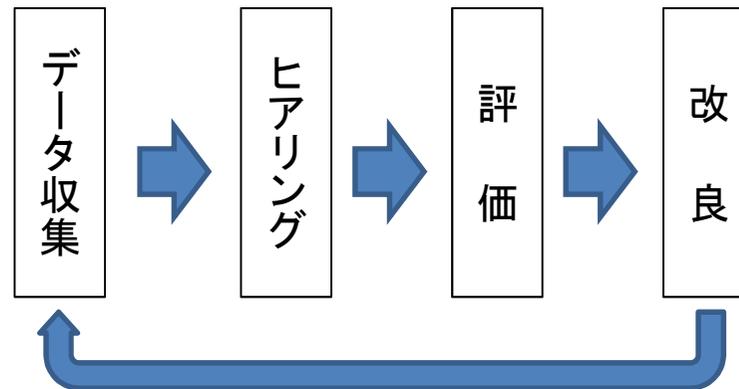
試作基板

## 【技術開発の実施計画】

### (3) 実証プロセス

#### ①. 実施工現場でのデータ収集および評価

・実フィールドにおいて下記サークルを回し、システムの改善を図る



# 【技術開発の実施計画】

## 開発計画表

### 開発計画表

開発テーマ: スマートセンサー型枠システムによるスラブコンクリートの品質管理高度化技術

文責: 山本  
2018年5月作成

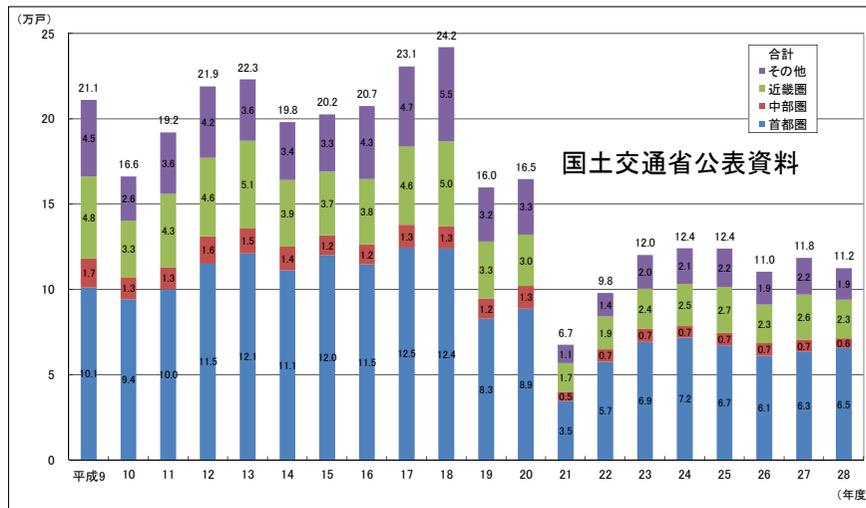
区分	項目	詳細	2018年						2019年						2020年							
			7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
大日程			▽交付決定	1次設計		1次試作		1次試作機テスト		報告書完了報	▽交付決	2次設計		2次試作		2次試作機テスト					報告書完了報	
										特許申請	1次現場試験						2次現場試験				特許申請	
開発工程	構想設計		構想設計																			
	試作設計		1次試作設計								改良設計											
	試作		1次試作								2次試作											
	動作テスト		1次試作機テスト								2次試作機テスト											
	現場試験		1次試作による現場試験								2次試作による現場試験											
設計	温湿度センサユニット	理論調査構築	小規模コンクリート実験		理論式構築																	
		機構設計	機構設計		1次試作設計						機構改良設計											
		回路設計	回路設計		回路改良設計						回路改良設計		回路改良設計									
	ファーム開発	センサユニットファーム開発		ファーム開発		1次試作機テスト						センサユニットファーム改		2次試作機テスト								
	親機ユニット	ファーム開発	ファーム開発		親機ファーム改良																	
リーダー	アプリ開発	アプリ開発		アプリ改良																		
試作	温湿度センサユニット	注型試作	1次試作								機構2次試作											
		基板試作	基板設計		基板設計試作																	
	実装組立	基板実装組立		基板実装組立		試作改造																
親機ユニット	基板実装	試作改造																				
試験	信頼性試験	温度試験																			温度試験	
	信頼性試験	静電試験																			静電試験	
	信頼性試験	耐候試験																			耐候試験	
特許申請			特許申請																		特許申請	

# 【実用化・市場化の計画】

## (1) 実用化・市場化に向けたスケジュール

実用化する工法や市場化する製品等の名称	実用化・市場化の予定時期	主たる実用化・市場化の責任者		実用化・市場化に向けた目標設定 (事業開始から6年度間の各年度について全て記載)
		所属	氏名	
(仮)スラブコンクリート温湿度センサー強度管理システム	2020年4月	児玉株式会社	西島 茂行	1年度目:1号機投入(3現場)、評価結果による改良作業 2年度目:改良版2号機投入、年間出荷目標 12現場 3年度目:年間出荷目標 36現場 4年度目:年間出荷目標 120現場 5年度目:年間出荷目標 240現場 6年度目:年間出荷目標 480現場

## (2) 目標値の算出根拠



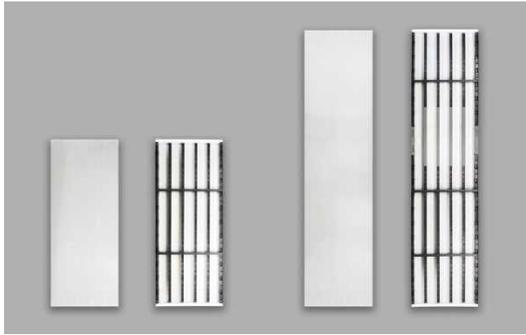
統計資料より、マンションの国内年間着工戸数は、約10万戸前後で推移。  
1棟当たりの平均戸数を約22戸/棟(H25年、東京都マンション実態調査より)と仮定すると、年間約4,500棟と推定。  
目標件数としては十分に達成可能な目標設定値と考えている。

## (3) 普及に向けた課題

1. 具体的なセンサーの設置基準(設置位置・設置数)の設定
2. 遠隔操作に必要な施工現場でのWiFi環境の標準化(適正な価格設定)

## 【実用化・市場化の計画】

### (4) その他取り組み

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在、建築に特化した寸法モジュールの型枠を開発済み。</li> <li>・建築現場にて施工検証を行なっている。</li> <li>・型枠はセンサー搭載も可能。</li> </ul>
<p>建築用新型型枠</p>	<p>施工検証状況</p>	

## 【実施体制】

### (1) 各構成員の概要

構成員名	所在地	資本金	従業員数
国立大学法人東京大学	東京都文京区本郷7-3-1	1,045,235 百万円	10,677人
児玉株式会社エンジニアリング事業部	福岡市博多区豊2丁目4-23	7,500万円	180人

### (2) 各構成員の役割

構成員名	技術開発における役割	実用化・市場化における役割
国立大学法人東京大学	プロジェクト全体の指導・纏め役	学術論文など専門的普及発表等 総合的な指導役
児玉株式会社エンジニアリング事業部	技術開発の総合的な開発管理役	実用化における総合的な製品管理