

# 「人」と「空気」のデータに対する 数学活用について

**ダイキン工業株式会社**

テクノロジー・イノベーションセンター 主任技師  
下津 直武

1. 当社の紹介
2. 数学活用の具体事例
3. 数学会との協働の仕掛けについて

## 会社名

ダイキン工業株式会社

1963年（昭和38年）大阪金属工業株式会社から社名変更

## 創業

1924年（大正13年）10月25日大阪市で創業 創業者：山田晁

## 設立

1934年（昭和9年）2月11日

## 資本金

850億円

グループ  
従業員数

67,036名（単独6,891名）

## 会長・社長

会長：井上礼之 社長兼CEO：十河政則

## 本社

大阪市

グループ  
会社数

連結子会社245社（国内27社、海外218社）

# 当社の沿革 (1924~2005)

## 大正13年 (1924) : 合資会社大阪金属工業所として創業

飛行機のエンジンを冷却する「ラジエーターチューブ」の製造からスタート。  
冷媒フロンや業務用空調機を日本で初めて開発。その後の事業拡大で、総合空調メーカーに。



1935年  
冷媒用フロンの開発

1942年  
フロン製造開始

1958年  
ルームエアコン事業進出

1975年  
空気清浄機「光クリエール」発売

1937年 **日本初**  
フロン式冷凍機開発

1951年 **日本初**  
パッケージエアコン  
発売



1982年 **日本初**  
ビル用マルチエアコン  
発売

1924

1940

1960

1980

1941年  
淀川製作所を新設

1963年  
堺製作所 金岡  
工場を新設

1970年  
滋賀製作所  
を新設

1972年  
ベルギーにダイキン  
ヨーロッパ社設立

1993年  
空調監視システム  
「エアネットサービスシステム」発売



1999年 **世界初**  
無給水加湿ルームエアコン  
「うるるとさらら」  
発売

2002年  
ヒートポンプ給湯器  
「エコキュート」発売

2004年 **世界初**  
ストリーマ放電技術  
実用化成功

1990

1995

2000

2005

1995年  
上海に中国初の  
生産拠点設立

1999年  
松下電器産業 (現: パナソニック)  
とグローバル包括提携

# 当社の沿革 (2006~)

## グローバル展開を加速させ、事業規模を拡大。

2006年 **欧州**  
ヒートポンプ式冷温水空調  
給湯器「ダイキンアルテル  
マ」発売

2007年 **業界初**  
水配管以調湿外気  
処理機「DESICA」発売



2011年・2013年  
ソリューションプラザ  
「フォー八東京」「フォー八大阪」  
オープン



2012年 **世界初**  
ルームエアコンに新冷媒  
「HFC32」採用



2015年  
グローバル研究開発拠点  
テクノロジー・イノベーション  
センター (TIC) 設立



2006

2010

2015

2007年  
グローバル大手空調メカ  
ー



2008年  
中国トップ空調メカ  
珠海格力電器と  
業務提携



2011年  
当社最大規模の  
生産拠点を中国  
蘇州市に設立

2011年  
トルコ空調メカ  
エアフェル社買収

2012年  
米住宅空調メカ  
グッドマン社買収



2016年  
米フィルタメカ  
フランダース社買収

2016年  
伊冷凍・冷蔵機メカ  
ザノッティ社買収

2008年  
ドイツ暖房メカ  
ローテックス社買収

# 事業別売上高構成

売上高 20,440億円

(2017年3月期)

## 油機、特機、電子システム



油圧機器



呼吸回調器  
ライトテックDS13  
酸素濃縮装置  
ライトテック-3X  
酸素濃縮機

518  
億円

油機、特機、  
電子システム  
2.5%

18,354  
億円

## 空調・冷凍機事業

### 国内空調

- 住宅用空調

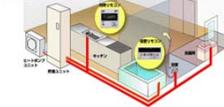


- ビル用マルチエアコン



暮らしに快適、地球も快適。新世紀の省エネ給湯です。  
自然冷媒(CO2)・ヒートポンプ給湯機

ダイキン  
エコキュート



- 空気清浄機



新ジャンルのエア・コーディネーター  
クリアフォース



## 化学事業



情報通信用途



半導体用途



自動車用途



撥水撥油剤



フッ素コーティング材 太陽光電池フィルム

1,568  
億円

化学  
7.7%

売上高  
構成比

A. 国内空調

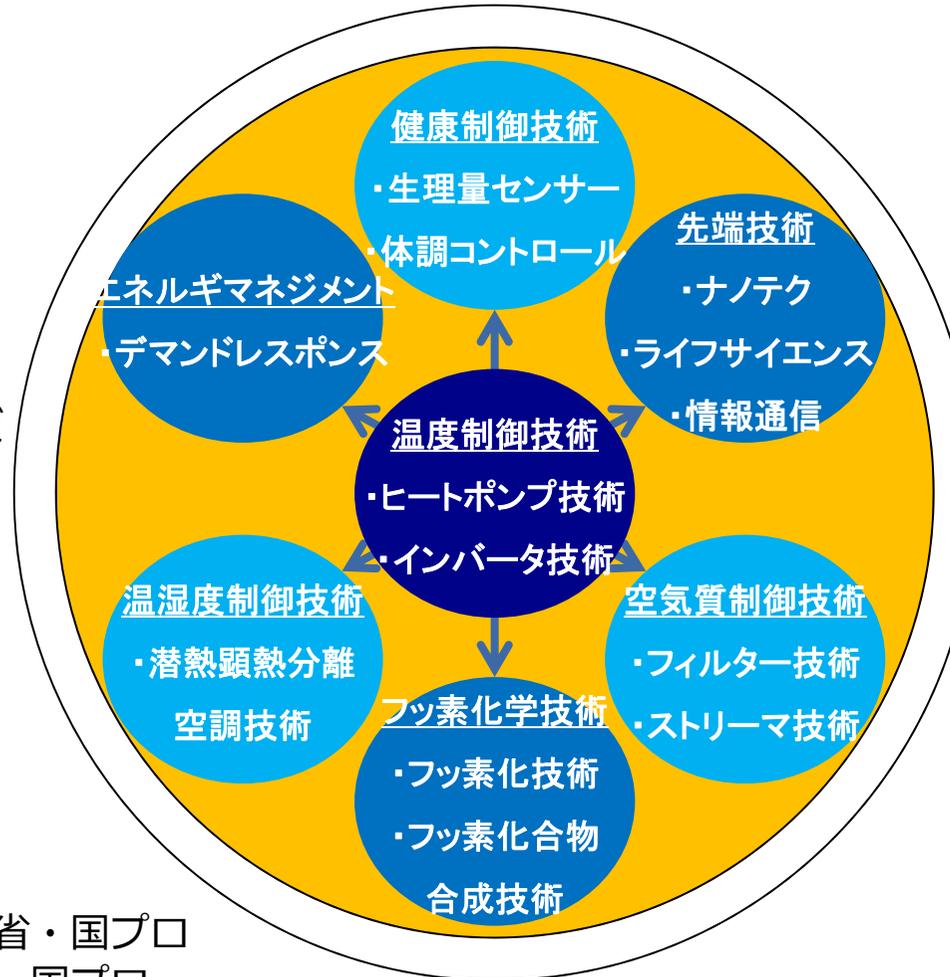
B. 海外空調

空調・冷凍機計  
(A+B)  
89.8%

## 海外空調



大学（国内外）  
 阪大、京大、東大、  
 奈良先端大、  
**九州大学**  
 清華大、上海交通大  
 シンシナティ大 など



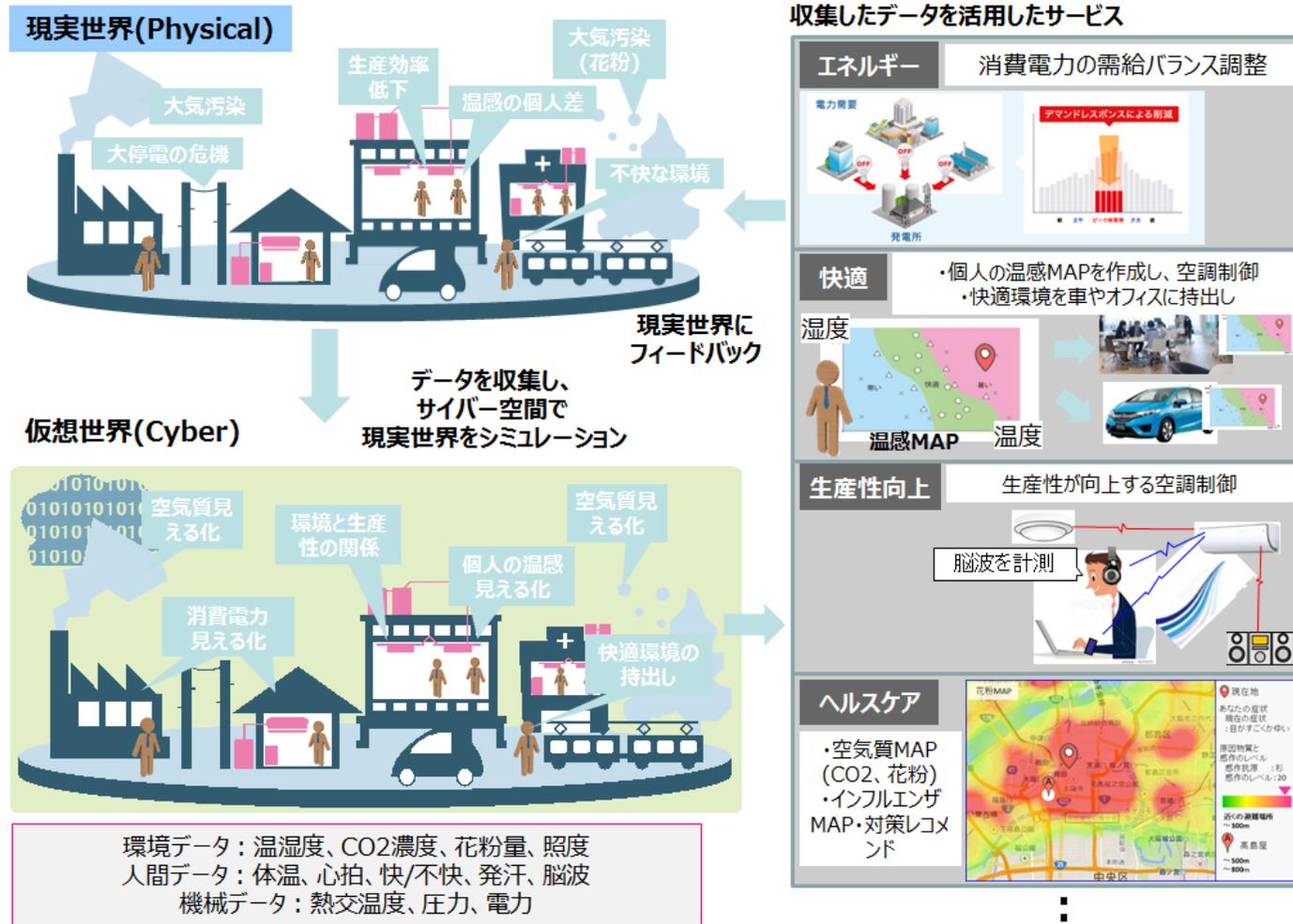
企業  
 インフラ、電子、建築、  
 機械系等大手各社  
 さらに、  
 各地域の中小企業  
 国内外のベンチャー企業  
 など幅広く協業を促進

研究機関

- ・ N E D O 等： 経産省・国プロ
- ・ C O I 等： 文科省・国プロ
- ・ 産業技術総合研究所
- ・ 地球環境産業技術研究機構（R I T E）  
 など

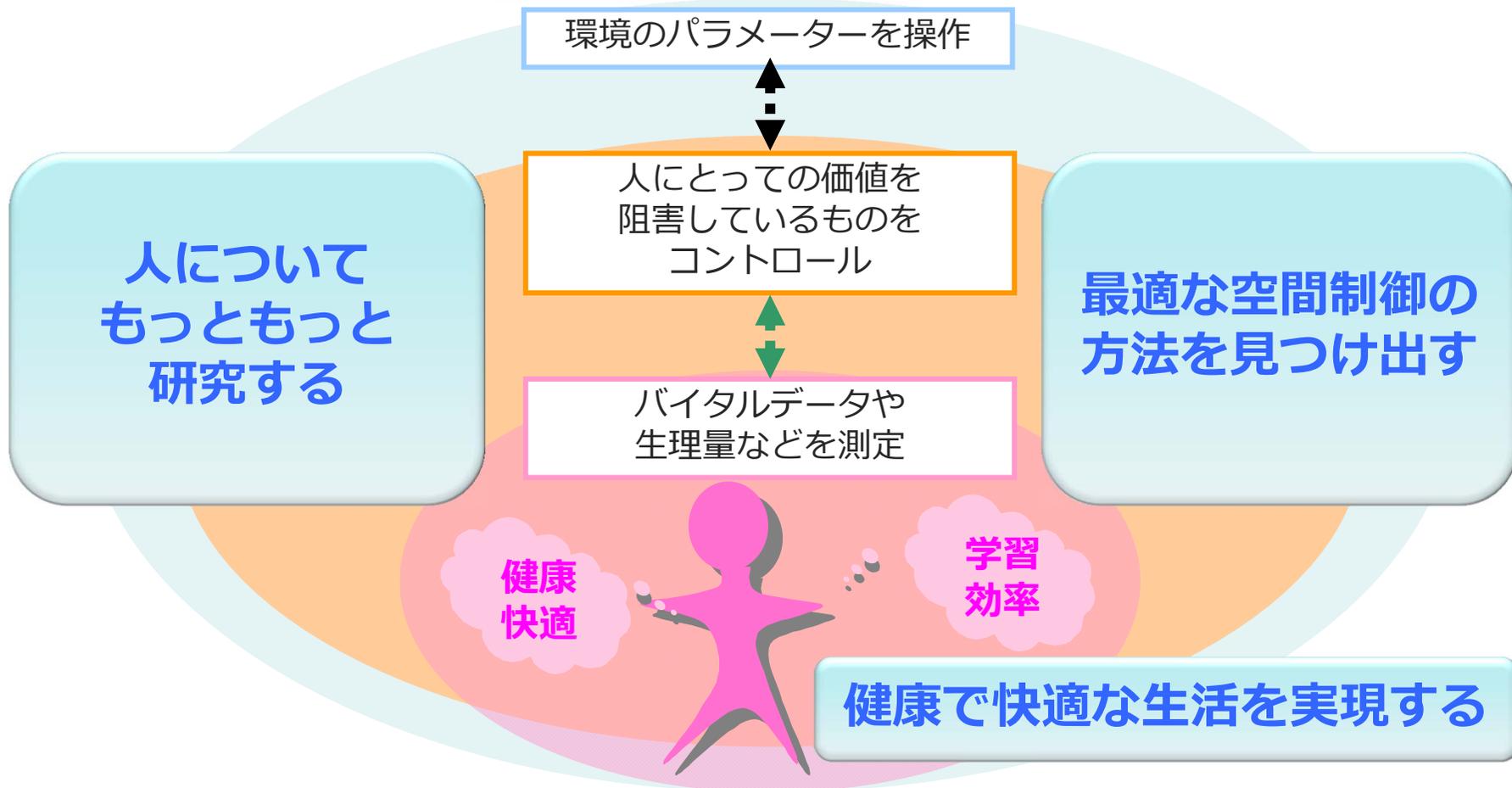
# 目指す姿：空気空間CPS(Cyber Physical System)

現実空間を模倣するCPS上で、エネマネ・快適性向上・生産性向上・ヘルスケアなどのサービスを実現する



# 目指す姿：ヒューマンコンディショニング

これまで、空気の温湿度などをコントロールしてきたが（エアコンディショニング）  
今後は「よく眠れる空間」「学習効率が向上する空間」「認知症を予防する空間」など実現する、  
“ヒューマン・コンディショニング”を進めていきたい

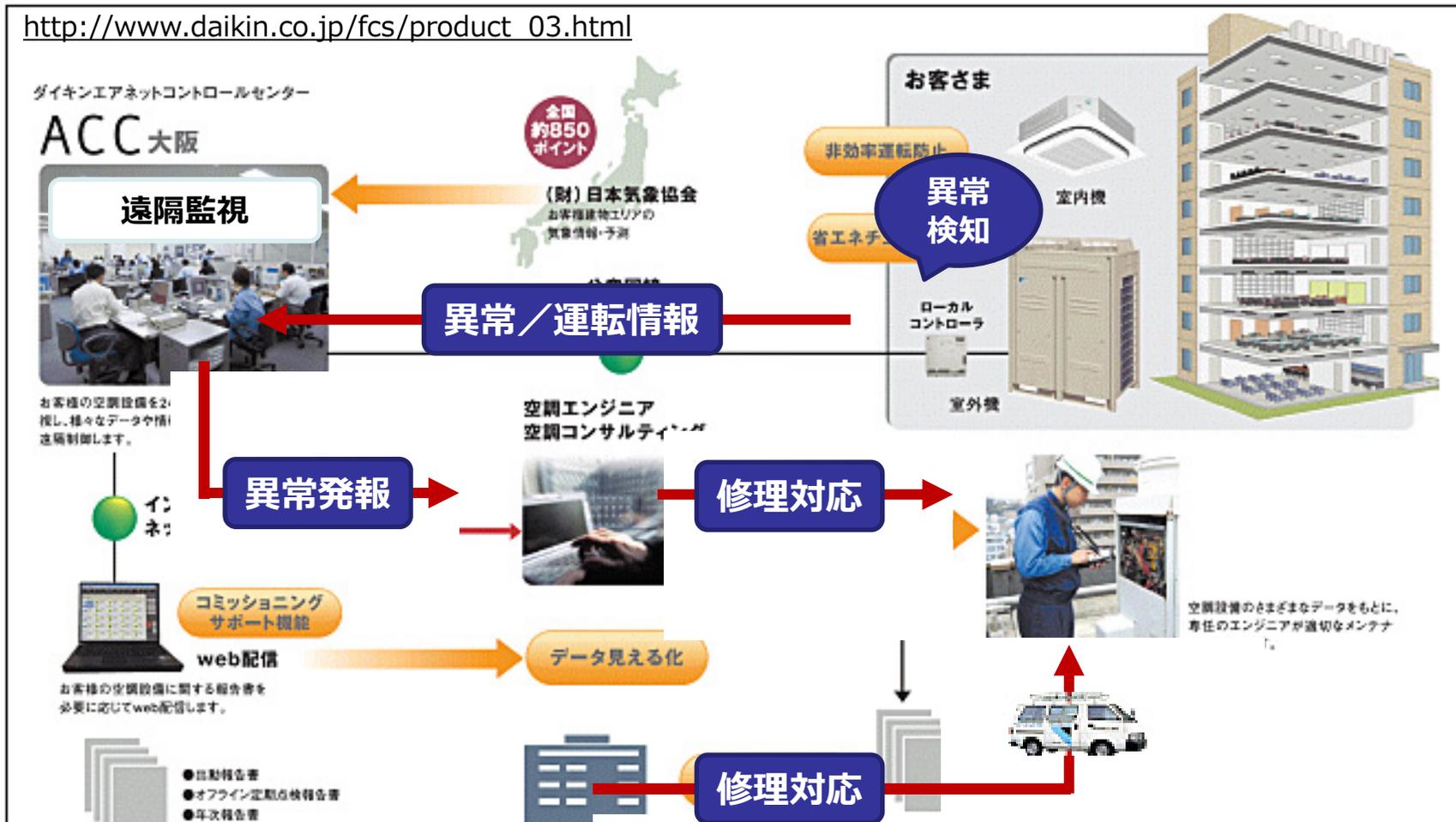


1. 当社の紹介
- 2. 数学活用 of 具体事例**
3. 数学会との協働の仕掛けについて

# 空調故障診断・故障予知 (現状)

他社に先駆けて15年以上前から、空調機をサーバーに接続し、遠隔監視やビッグデータによる故障予知サービスを実現。

[http://www.daikin.co.jp/fcs/product\\_03.html](http://www.daikin.co.jp/fcs/product_03.html)



本サービスにより故障時の迅速対応や故障予兆の早期発見が可能になった

# 空調故障診断・故障予知 (課題)

一方で・・・

空調停止を招いた要因（真因）については、現場レベルで判断できないことも多く、結果**故障が再発することによる多回出動**が課題。

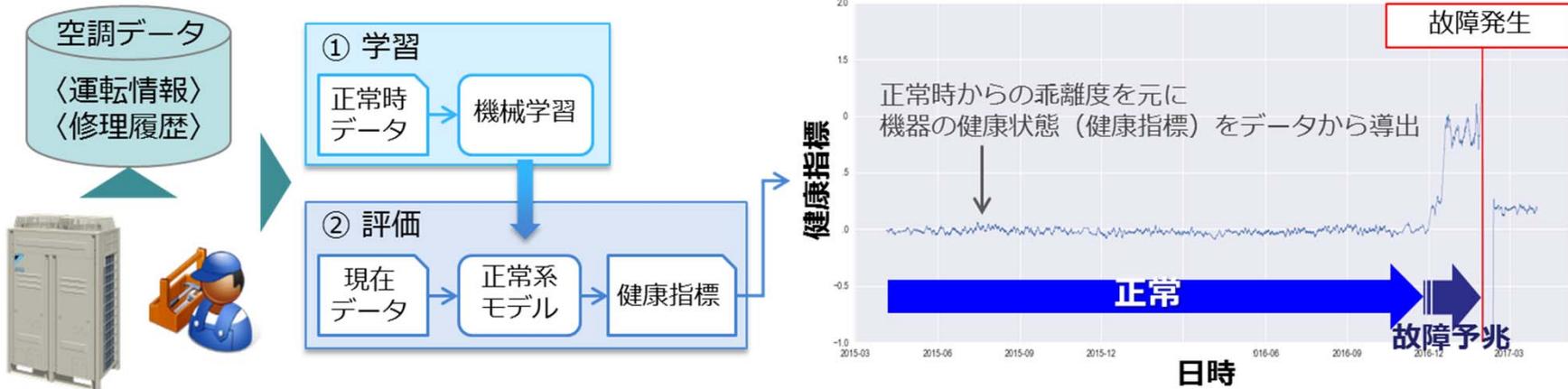


高度化したい技術	高度化したいサービス	価値
<p><b>故障診断</b></p> <p>故障発生時に、適切な修理箇所を特定し、一度の訪問で問題を解決</p>	<p><b>修理一発完了</b></p>	<p>〔顧客価値〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ダウンタイム最小化</li> </ul> <p>〔当社価値〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 人件費削減</li> </ul>
<p><b>故障予知</b></p> <p>空調機の変調を早期に発見し、適切なメンテナンスを施す</p>	<p><b>予防保全</b></p>	<p>〔顧客価値〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 突発的な出費の削減</li> <li>- ダウンタイムゼロ</li> </ul> <p>〔当社価値〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 顧客とのつながり</li> <li>- 安定収益</li> <li>- 人員配置計画の精度向上</li> </ul>

# 空調故障診断・故障予知 (対策)

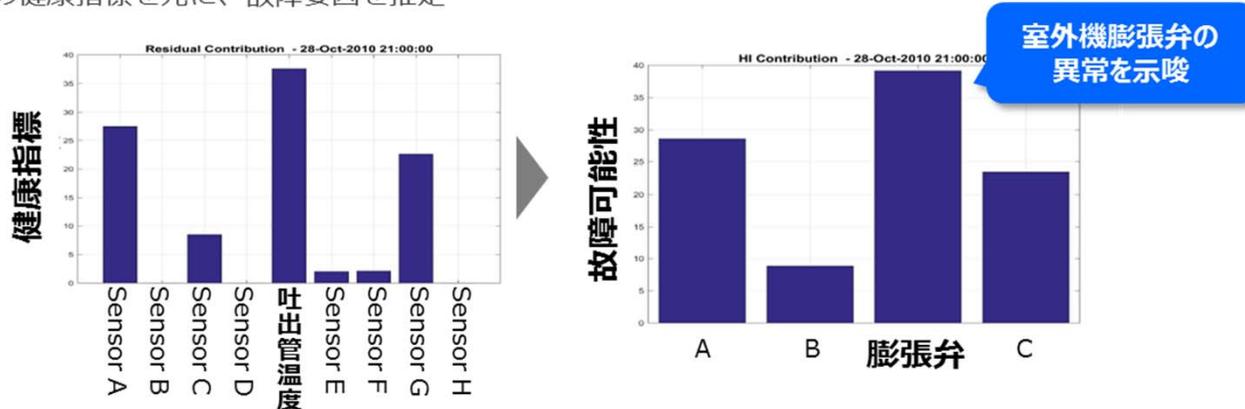
## ■ 故障予知 ⇒ 多くのケースで従来手法より精度良く異常が発見できた

当社が保有する空調機ノウハウと業務データを活用し、高精度な予知を実現



## ■ 故障診断 ⇒ 故障要因の推定にも活用できる可能性が見えてきた

センサー毎の健康指標を元に、故障要因を推定



## “ヒューマン・コンディショニング”の一例として無拘束心拍センサー 「エアリトモ」を開発

### ひろがるエアリトモの技術活用例

無拘束だからこそ実現できる、様々なエアリトモ技術の活用例をご紹介します

#### 安全運転

- ドライバーの体調・居眠り監視
- 運転危険エリアの提供



#### 快適空間

- オフィス環境の快適度評価
- 生体情報に合わせた最適空間の提供



#### 安心・安眠

- 独居老人の安否確認
- 赤ちゃん/ペットの見守り
- 睡眠状態に合わせた空調制御



#### ストレス測定

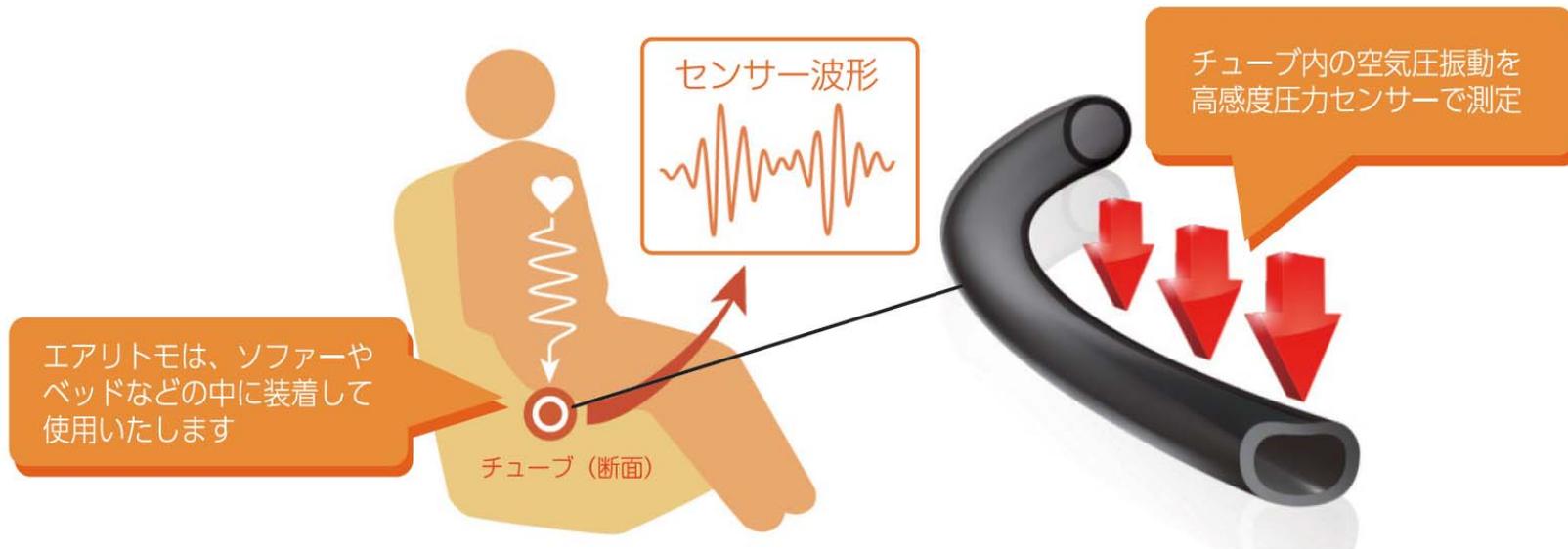
- オフィスでの従業員のストレス評価
- フィットネスでのストレス測定サービス



※関連商品：エアリトモ ソファータイプ

<http://www.airitmo.jp/>

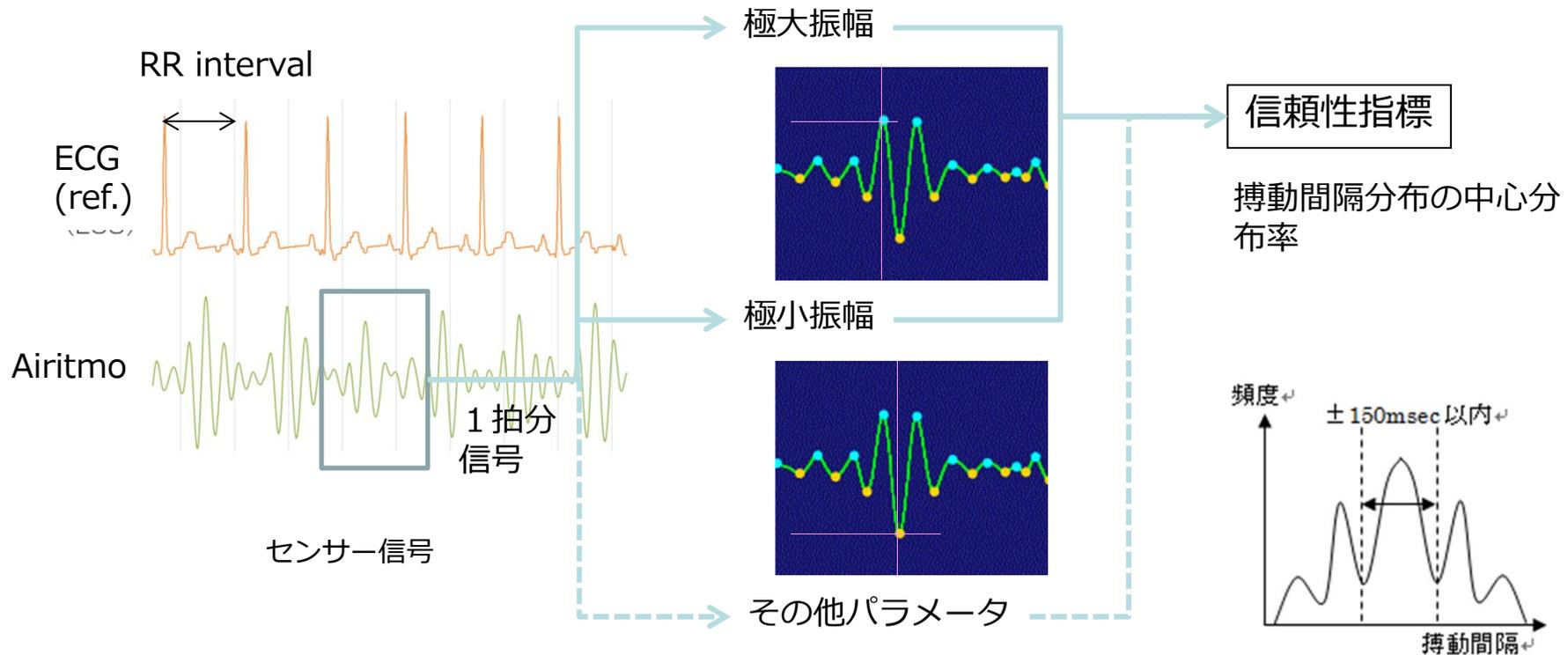
## エアリトモ技術のひみつ



人の体は心臓の物理的な動きに伴って微かに振動しています。  
エアリトモでは、この振動をチューブ内空気振動として高感度圧力センサーで捉えて信号処理をすることによって、心拍や呼吸、体動情報を抽出しています。  
長年のデータ蓄積、大学、企業との共同研究によって、心拍測定精度等について多くのエビデンスを獲得しています。

# エアリトモ：心拍間隔の抽出

センサー信号より、1拍分のデータを抜き出し、拍動ピークの候補を抽出する。  
 抽出方法は複数の方法を採用する。  
 拍動ピークに関する信頼性指標を用いて最も信頼性の高い探索方法を選定する。  
 本方法で抽出された拍動ピークを以降の自律神経指標に用いる。



拍動ピーク位置（候補）の抽出

## 産業医科大学とダイキン工業(株)による心拍指標測定精度検証

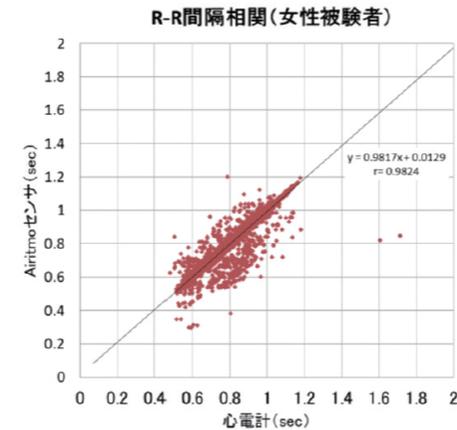
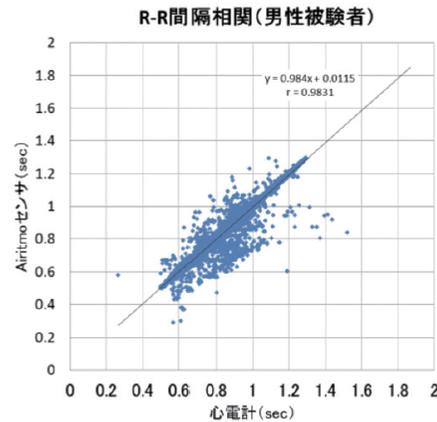
独自の信号処理で測定中の体の動き等のノイズの影響を抑制し、安静時の心拍間隔について心電計との高い一致率を実現しています。

- 【検証概要】
- 被験者 心臓、血管系に疾患をもたない20代～60代男女 計105名
  - 実験時期 2014年7月～9月
  - 方法 安静時、作業課題時(暗算、鏡映描写)の心拍間隔をチューブ式空気圧センサーと心電計(日本光電社 WEC-7101)で同時測定し、心電計の結果と比較

心電計とのR-R間隔  
相関係数

男性  $r > 0.983$

女性  $r > 0.982$

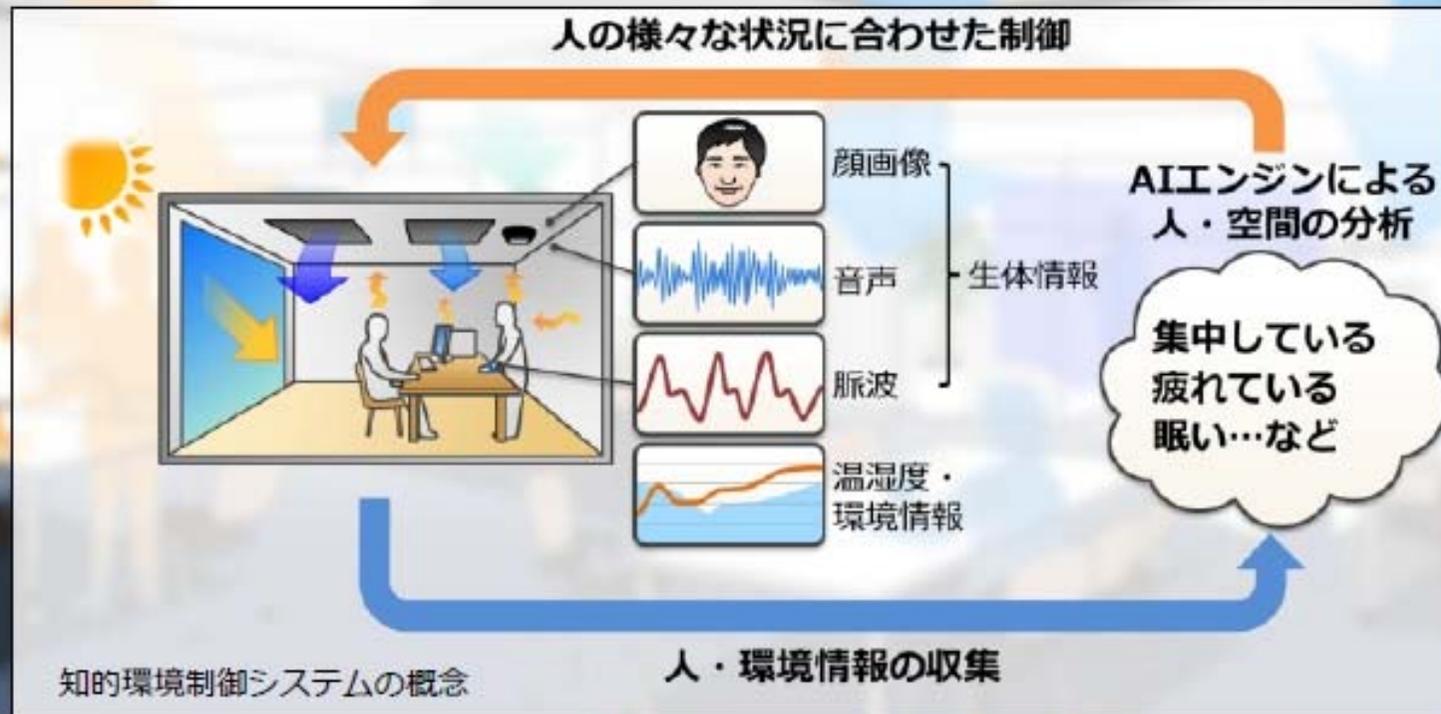


出展：「無拘束体動センサによる心拍測定制度の検証」産業医科大学 三宅晋司ら、日本ストレス学会学術総会 第30回記念大会

# 研究中の活用事例：知的生産性向上

## <コンセプト>

AI・IoTを活用して人の心身状態を推定し、自律神経バランスを執務内容に適した状態（例：集中、リラックス）になるように空気・空間を制御し、知的生産性を高めます。

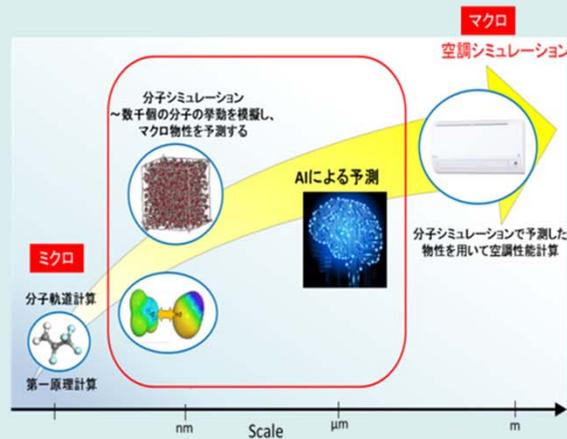


## 次世代冷媒の探索

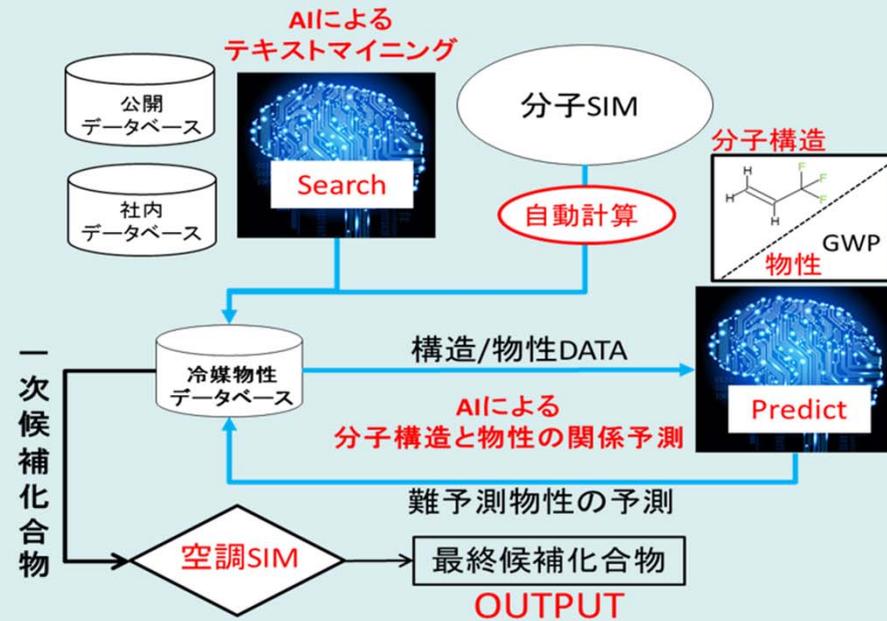
温暖化係数が低く、不燃の次世代冷媒をAIを使って探索中

### 探索システムコンセプト

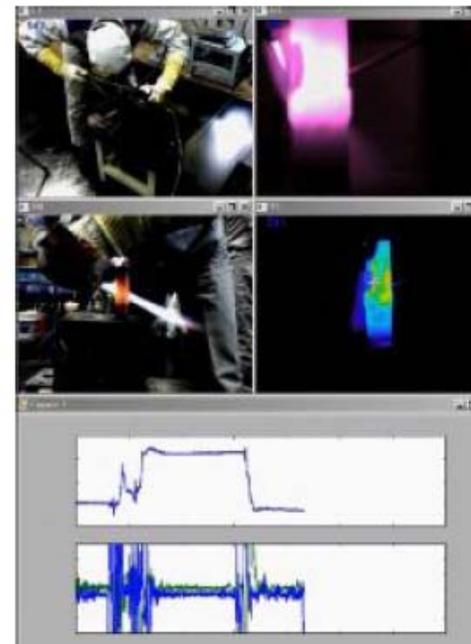
冷媒～空調機器を扱うダイキンの強みを活かした一気通貫のシミュレーション



### 探索システム



ダイキンと日立が、IoT を活用し熟練技術者の技能伝承を支援する  
次世代生産モデルの確立に向けた協創を開始  
先進の画像解析技術などを活用し、製造現場のノウハウをデジタル化



ろう付け作業(写真左)と画像解析技術を用いたろう付けプロセスのセンシング例(写真右)

1. 当社の紹介
2. 数学活用の具体事例
- 3. 数学会との協働の仕掛けについて**

# 技術開発拠点「テクノロジー・イノベーションセンター」設立

空調、化学等のコア技術を追求するとともに、社内外の異分野技術を取り入れた“協創イノベーション”の創出をめざす

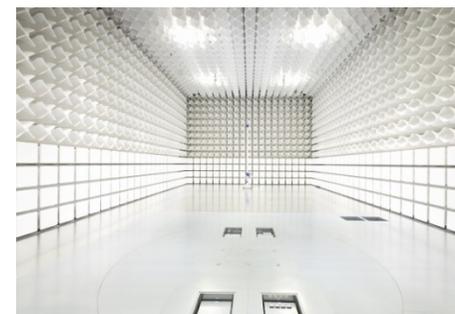
- 1) 施設名：テクノロジー・イノベーションセンター  
(Technology and Innovation Center)
- 2) 総床面積：約5.8万㎡、6階建て
- 3) 所在地：大阪府摂津市（当社淀川製作所内）
- 4) 投資額：約380億円
- 5) 開所：2015年11月25日
- 6) 人員数：700人規模



ワイガヤステージ



フェロー室



世界最高レベルの“電波暗室”

<http://www.daikin.co.jp/tic/>

# 人・知識・情報を結びつける場づくり

## 多様な人材による協創イノベーションで 新たな「環境価値創造」を実現する

### 協創を促進させる「場」づくりのコンセプト

1. 世界一の技術者であるために常に**競争意識**を持てる場
2. 世界中の技術者が「**またここに来たい**」と本気で思う場
3. 多様な人材が渾然一体となった**ワイガヤで協創**できる場
4. アイデアの**具現化力をスピードアップ**できる場
5. 逞しく追い込むことで技術者が**誇り・ステータス**を持てる場

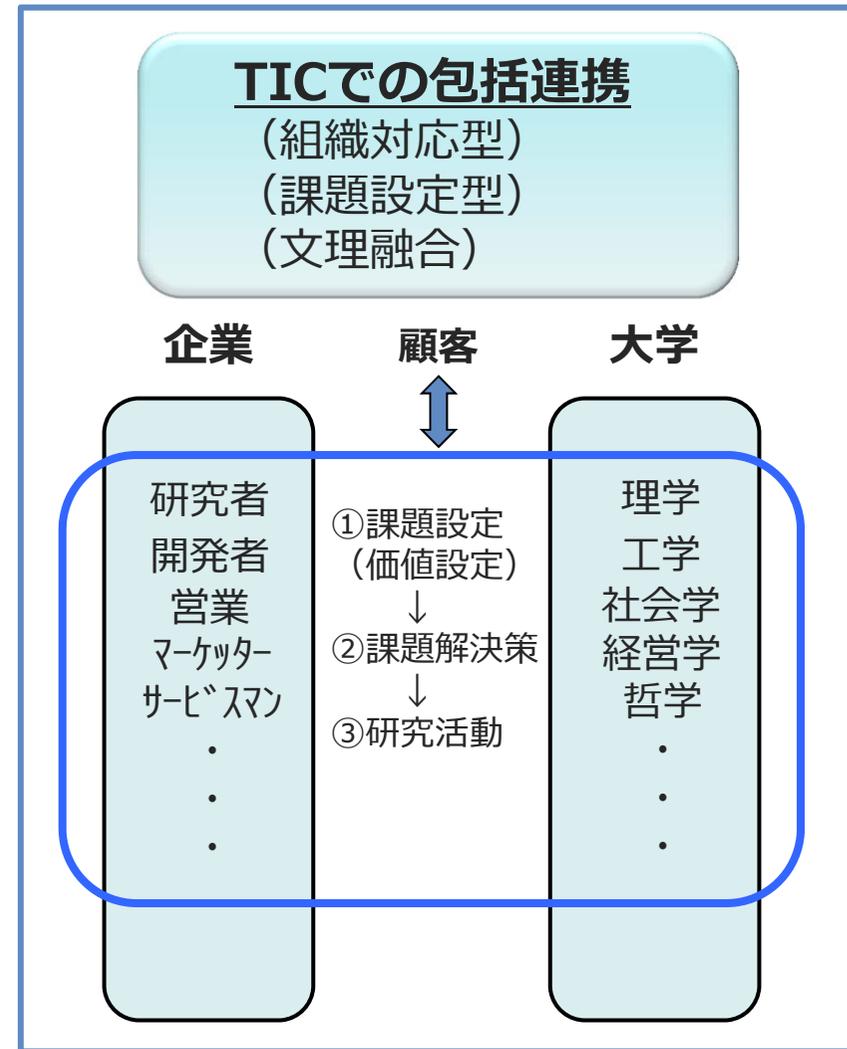
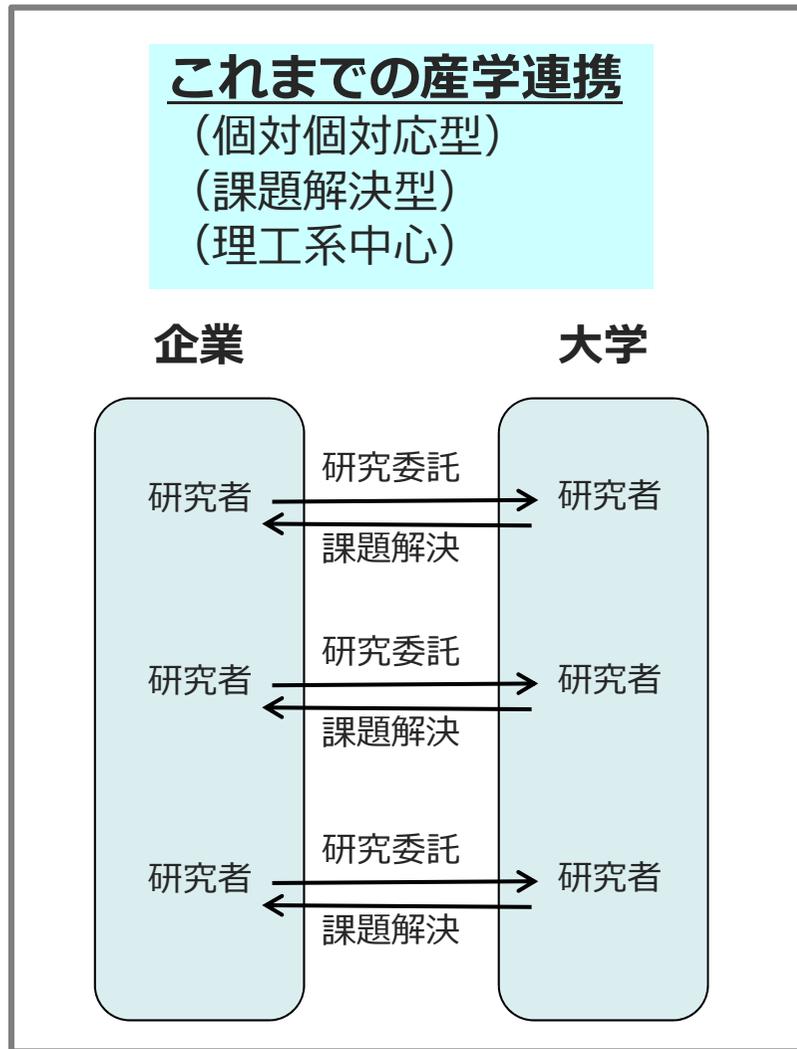
# 異分野の融合・結合が必須課題

なぜ協創か？！

**多様・異質な人材による協創活動が重要！**



# 包括連携による協創イノベーションの実現



# エンジニアに加え、イノベーションリーダーを！

多様な人材の協創が重要であるが、イノベーションリーダーの育成が急務

リスクの高い挑戦を好まない

挑戦を好む

直観的  
である

## アイデアマン

- ・効果的な戦術をたくさん思いつく人材
- ・臨機応変に長け、その時々課題に対してチームを救う人材

## イノベーションリーダー

- ・課題設定型破壊的イノベーター
- ・最も求めたい人材だが候補者が少ない
- ・「月へ行こう！」という目標設定ができる、かつ皆を説得できる人材
- ・構想力に長けた人材で、全体戦略とメンバーのアサインが出来る

情熱的  
である

論理的  
である

## 堅実なエンジニア

- ・最も堅実に結果を出す人材
- ・成功することが仕事の前提条件
- ・日本企業では最もマジョリティー
- ・イノベーションの成功に欠かせない人材であるが、参画への納得性が重要

## コア・イノベーター

- ・課題解決型破壊的イノベーター
- ・失敗を厭わない
- ・イノベーション成功のキーを握る実務者
- ・意外と候補者は多くない
- ・「月へ行こう！」という目標達成に向けアポロ計画を実現させる人材

冷静  
である

変化を好まない

変化を好む

# 産学協働イノベーション人材育成協議会

**<背景>** (産) イノベーション創出のため理工系人材を育成、活用する重要性  
 (学) 修士・博士修了者が社会の様々な場で活躍できるような人材育成が急務

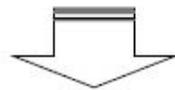
- 博士課程修了者のキャリアパスが十分に拓かれていない
- 博士の学位が如何なる能力を保證するものであるかの共通認識が確立していない
- 企業側も博士人材を活用しきれていない
- 修士、博士課程学生の体系的な教育が必要



**企業現場での中長期研究インターンシップが高い教育効果を生む**

**<課題>** 日本での修士・博士課程学生の中長期研究インターンシップ充実には環境整備が必要

- 各大学と企業が「個」対「個」の関係の中で実施
- 大学の組織的な関与が少ない
- 大学教員の理解不足
- 大学教員のネットワークでのインターンシップに限定
- 企業側の体制、プログラム企画/立案が未整備
- 採用目的のインターンシップが主で期間が短い



経済産業省のご支援をいただき、  
**中長期のインターンシップ推進を目的とした社団法人を設立**

複数大学と複数企業からなる産学コンソーシアムを設立(平成26年1月)

# 産学協働イノベーション人材育成協議会

日本の明日を築く  
 <新しいインターンシップ> のかたち  
 協議会(C-ENGINE)のインターンシップ 3つの特徴

- 1** 組織と組織のインターンシップ

大学や企業が組織として協議会に参画することで、質の高いインターンシップを提供できます。
- 2** 中長期の研究インターンシップ

腰を落ち着けて企業の研究現場を体験することで、さまざまな経験や新たな気づきを得ることができます。
- 3** オンラインとオフラインでのマッチング

インターンシップの内容や時期を調整し、学生・企業にとって有意義なインターンシップになるよう個別のケースの条件や特性を考慮し、ていねいなマッチングに努めます。



# 産学協働イノベーション人材育成協議会会員

## 全14大学、34企業が参画



東北大学



筑波大学



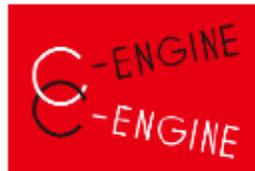
東京大学



東京工業大学



早稲田大学



Collaborative Education for Next-Generation INnovators & Exploration of knowledge intersections



東京理科大学



お茶の水女子大学



京都大学



大阪大学



神戸大学



奈良女子大学



九州大学



鹿児島大学



大阪府立大学



花王株式会社



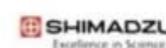
京セラ株式会社



JNC株式会社



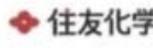
シスメックス株式会社



株式会社島津製作所



清水建設株式会社



住友化学株式会社



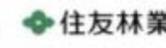
住友電気工業株式会社



住友電装株式会社



住友理工株式会社



住友林業株式会社



ダイキン工業株式会社



大日本印刷株式会社



株式会社竹中工務店



DMG森精機株式会社



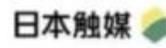
一般財団法人電力中央研究所



東レ株式会社



株式会社巴川製紙所



株式会社日本触媒



日本ゼオン株式会社



株式会社日本総合研究所



日本電信電話株式会社



パナソニック株式会社



日立化成株式会社



富士フイルム株式会社



株式会社堀場製作所



三菱重工業株式会社



三菱電機株式会社



株式会社村田製作所



ヤフー株式会社



楽天株式会社



株式会社リコー



ロート製薬株式会社



日立金属株式会社

平成29年6月現在

# 数学・数理科学者に期待すること

- 課題解決型から課題設定型へ  
テーマづくりから一緒に参画して欲しい
- 数学、数理中心から文理融合へ  
人について知るためには、生理学、心理学、哲学などとの融合が必要
- 数学の産業活用のノウハウ集の構築  
「数学者は産業界の課題が分からない」 /  
「産業界は数学で何ができるかわからない」を埋める活用事例集の様なもの

ご清聴ありがとうございました

