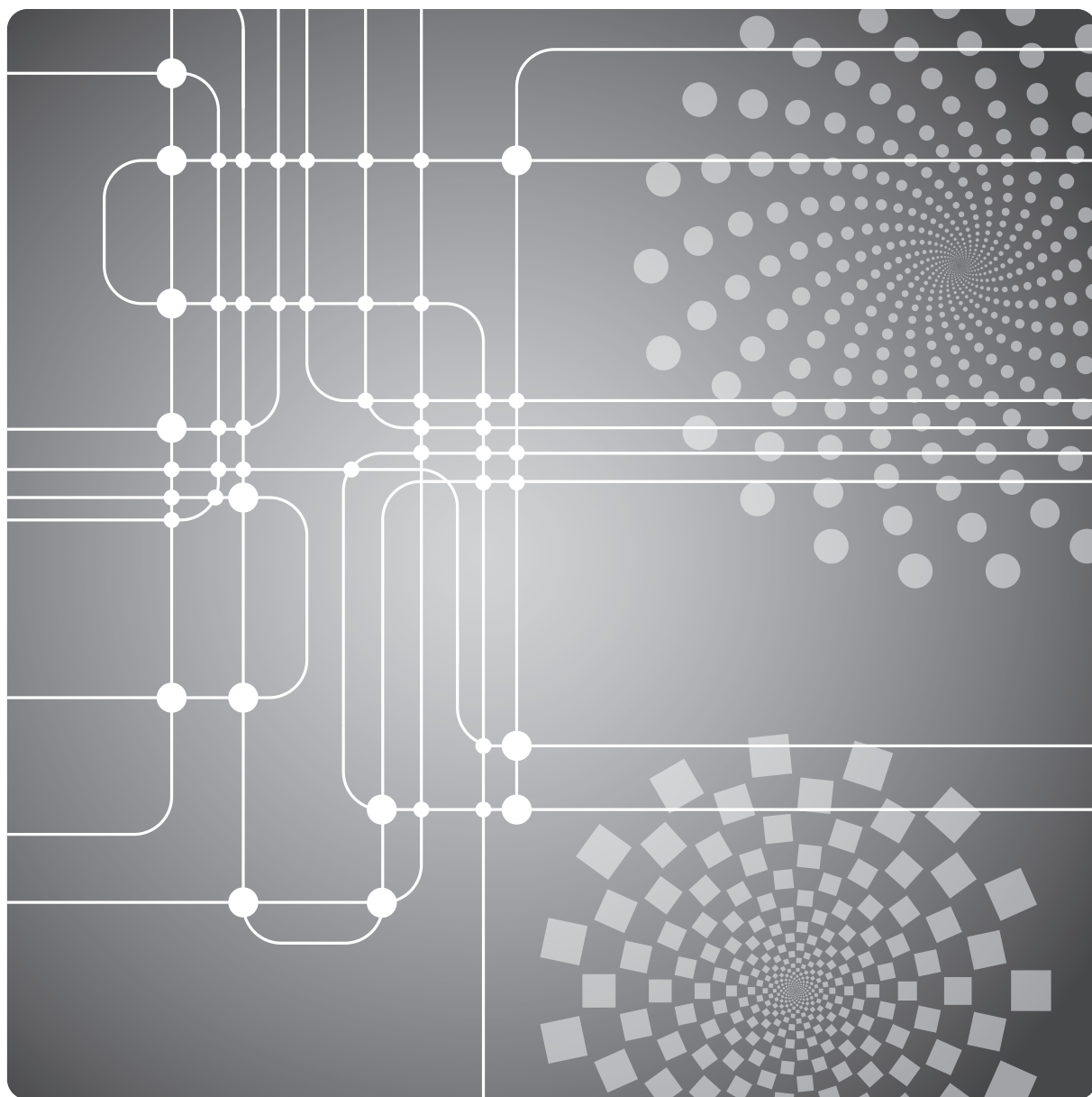


2019年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」

通信技術の進展とIoT機器の対応及び最新技術調査 調査報告書



情報通信技術に対応した組込みシステム開発技術者育成のモデルカリキュラム開発と実証事業

2019年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」

通信技術の進展とIoT機器の対応及び最新技術調査
調査報告書

目次

調査概要	6
第1章 調査内容	9
1. 横河電機株式会社	10
1. 企業概要	10
1-1. 企業プロフィール	10
1-2. 事業概要	10
2. 調査概要	11
2-1. エッジコンピューティングと機械学習技術の活用	11
2-2. エッジコンピューティングの今後の取り組み	12
2-3. エッジコンピューティングの主な市場と用途	12
2-4. エッジコンピューティングを活用したソリューションを開発した経緯	12
2-5. LPWA に対応した Sushi Sensor	12
2-6. 5G-ACIA への加入	13
2-7. ソリューション&製品開発	14
2-8. IoT の活用模索から積極活用の段階へ	14
2-9. 学生時代の学びと仕事での大きな違い	15
■中期経営計画 TF2020 の基本戦略	17
2. 株式会社構造計画研究所	20
1. 企業概要	20
1-1. 企業プロフィール	20
1-2. 事業概要	20
2. 調査概要	21
2-1. 解析・コンサルティング	21
2-2. ローカル 5G	22
2-3. IoT 活用	22

2 - 4. ここ最近の提供技術	22
2 - 5. オペレーション・リサーチ	24
3. 富士ソフト株式会社	25
1. 企業概要	25
1 - 1. 企業プロフィール	25
1 - 2. 事業概要	25
2. 調査概要	25
2 - 1. 5G 関連のソフト開発	25
2 - 2. IoT によるシステムインテグレーション	26
2 - 3. 組込テクノロジー	26
4. 東京エレクトロン株式会社	28
1. 企業概要	28
1 - 1. 企業プロフィール	28
1 - 2. 事業概要	28
2. 調査概要	28
2 - 1. 半導体製造装置の現状	28
2 - 2. 5G サービスの課題	29
2 - 3. 利用者にピンポイントで電波を届けるビームトラッキング	29
2 - 4. 場所限定で利用できるローカル 5G	30
2 - 5. クルマの自動運転に欠かせない C-V2X	31
2 - 6. これからのソリューション展開	31
5. 富士ゼロックス株式会社	32
1. 企業概要	32
1 - 1. 企業プロフィール	32
1 - 2. 事業概要	32
2. 調査概要	33
2 - 1. 組み込みソフトウェアの現状	33

2 – 2. Smart Work Innovation というコンセプト	34
2 – 3. 求める人材像	35

第 2 章 分析詳細 **37**

1. 5G の現状と展望	38
2. LPWA の現状と展望	39
3. 5G、LPWA で注目される技術	40
4. 組込みシステム開発の現状（言語、OS、技術者、テスト環境等）	41
5. 組込みネットワークシステムで求められる技術	42
6. エッジコンピューティングの今後の展望	42
7. 設計～開発～検証で求められるもの	43
8. 学生時代に身に付けておいてほしいこと等、必要とする人材	43

調査概要

調査目的	<p>今後、増加する IoT 機器への対応状況、ネットワークで接続されたシステム等の知識・技術の範囲を調査することで、2020 年に実用予定である新たな通信規格 5G、LPWA に伴う、IoT の進展、予測される組み込みシステムの将来像と技術進展の情報を収集し、教育プログラムに反映する。</p> <p>5G（第 5 世代移動通信システム）、LPWA（Low Power, Wide Area）の実用化に伴い、情報通信量はこれまでの 1,000 倍、データ量は 100 倍に増加することが予測され、ネットワークに接続する機器数もこれまでの 100 倍に増加すると予測されている。5G、LPWA の実用化はこれまで実現しなかった新たなシステムの実現を可能にする。</p> <p>一つは端末（IoT 機器）同士が直接データを送受信するシステムであり、これまで以上に通信プログラムの質の向上やデータを整理するためのエッジコンピューティングの技術が必要とされる。また一つは、遠隔操作による外科手術システムに代表される通信によるリアルタイム遠隔制御技術等、統合的なリアルタイム通信制御システムの開発技術が必要となる。</p> <p>これまで通信技術では実現できないシステムであったため、従来の教育では行われていない内容であり、Society5.0 に対応した技術者育成には必須の技術と考えられる。</p>
対 象	組み込みシステム開発企業
調査手法	訪問及び電話によるヒアリング
調査項目	新通信規格 5G、LPWA の対応状況、対応における新たな技術・課題 組み込みシステム開発の高度化・複雑化の実態 組み込みネットワークシステムへの対応状況 エッジコンピューティング技術の状況と今後の予測
分析内容	組み込みシステム開発の産業界での技術と専門学校で学習する内容を比較し、不足部分を明らかにする。 組み込みネットワークシステムへの対応状況と求められる技術を明らかにする。 エッジコンピューティングの今後の展望について明らかにする。

成果の活用 教育カリキュラム、科目・シラバスへの反映、教育教材・演習教材の内容に反映、教員育成研修プログラムに反映

※育成人材像については、IT 分野人材育成協議会と連携して、方向性を検討する。

第 1 章 調査内容

1. 横河電機株式会社

1. 企業概要

1-1. 企業プロフィール

- ・会社名：横河電機株式会社
Yokogawa Electric Corporation
- ・所在地：東京都武蔵野市中町 2-9-32
- ・設立：大正4年（1915年）9月1日
- ・資本金：434億105万円（2019年3月末現在）
- ・売上高：4,037億円（2018年度）
（内訳）国内売上高1,281億円＋海外売上高2,756億円
（海外売上比率）68.3%

1-2. 事業概要

(1) 制御事業

各種プラントの生産設備の制御・運転監視を行う分散形制御システムを世界に先駆けて開発し、制御分野のリーディングカンパニーとしてグローバル市場で高い評価を受けている。プラントのライフサイクルにわたり、生産の効率化や安全の確保、資産の最大活用など、お客様の課題に対して最適なソリューションを提供し、お客様とともに新しい価値を創造することにより、石油、ガス、化学、電力、鉄鋼、紙パルプ、薬品、食品など様々な産業の発展を支えている。

(2) 計測事業

創立以来の事業である計測分野では、計測機器の提供を通じて産業界に貢献している。電気・電子製品、自動車などの開発や、環境計測、通信、プラントメンテナンスなどの市場に向けて、高信頼の測定器を提供している。

(3) ライフイノベーション事業

2050年に向けた長期目標と設定した「サステナビリティ目標（Three Goals）」のうち、Well-being（全ての人の豊かな生活）の実現のために、ライフイノベーション事業のビジネス体制を強化。医薬品・食品産業向けに、細胞を生きたまま観察できる共焦点スキャナ、新薬の候補となる化合物のテストを自動化する創薬支援システムなど、基礎研究から物流・サービスまでのバリューチェーン全体に対してのソリューションを提供している。

(4) 航機その他事業

航空機コックピット用のフラットパネルディスプレイは視認性、耐環境性に優れており、エアバス社の最新鋭機を含め広く採用されている。

2. 調査概要

2-1. エッジコンピューティングと機械学習技術の活用

- ・ エッジコンピューティングに関しては、企業の工場など生産現場において深刻化している技術者不足という課題解決の要素技術として考えている。
- ・ 設備管理の現場で、卓越した五感を使って設備の異音・振動・変状などの異常を察知し、設備の高稼働率維持に貢献してきた熟練技術者の減少が現場に及ぼす影響は大きい。このような課題に直面する生産現場を支援するため、熟練技術者相当の異常検知技術の実現を目指し、エッジコンピューティングと機械学習を要素技術として開発を進めている。
- ・ 熟練技術者は、設備を流れる電流値などのデータに加え、設備が発する音・振動・視覚情報などに基づき、高度な異常検知を行っている。これらのデータは、従来収集されているようなプロセス側の物理量となる温度、流量、圧力の数値と比べて、非常に情報量が多く、既設ネットワークを通しての収集やデータベースへの蓄積が困難という性質を持っている。
- ・ 耐環境要件の厳しい生産現場でのフレキシブルな制御ニーズに答えてきた『e-RT3 plus』をエッジコンピューティングのプラットフォームとし、そのプラットフォーム上に機械学習によるオンラインモデリング機能を付加したシステムの開発を進めてきている。
- ・ 2016年には、横川ソリューションサービスから「設備異常予兆監視ソリューション」としてソリューション提供を開始した。現在は、エッジコンピューティングによるオンライン機械学習を活用し、装置の「いつもと違う」をリアルタイムに検知するパッケージウェアとして、装置状態自動分析パッケージ『DUCSOnEX』(Data-oriented Unusual Conditions Signifier)としてソリューション展開している。

2-2. エッジコンピューティングの今後の取り組み

- ・エッジコンピューティングは、現場の機器や端末の近くで演算や処理を行うことで、通信遅延の短縮や端末の負荷を低減する技術。大量のデータを扱う、もしくは通信頻度が高いアプリケーションに適しており、IoT の応用範囲を広げる重要な技術となる。
- ・今後もエッジコンピューティングによるオンライン機能学習を活用するなどして、お客様の品質安定化、生産コストの削減などの課題を解決するソリューションを開発、提供していく予定としている。

2-3. エッジコンピューティングの主な市場と用途

- ・電気・電子、半導体、自動車などの工場や、プラントのユーティリティ設備における、ポンプ、コンプレッサー、ロボット、変圧器、成形機などの設備をリアルタイム監視し、異常を検知していく。

2-4. エッジコンピューティングを活用したソリューションを開発した経緯

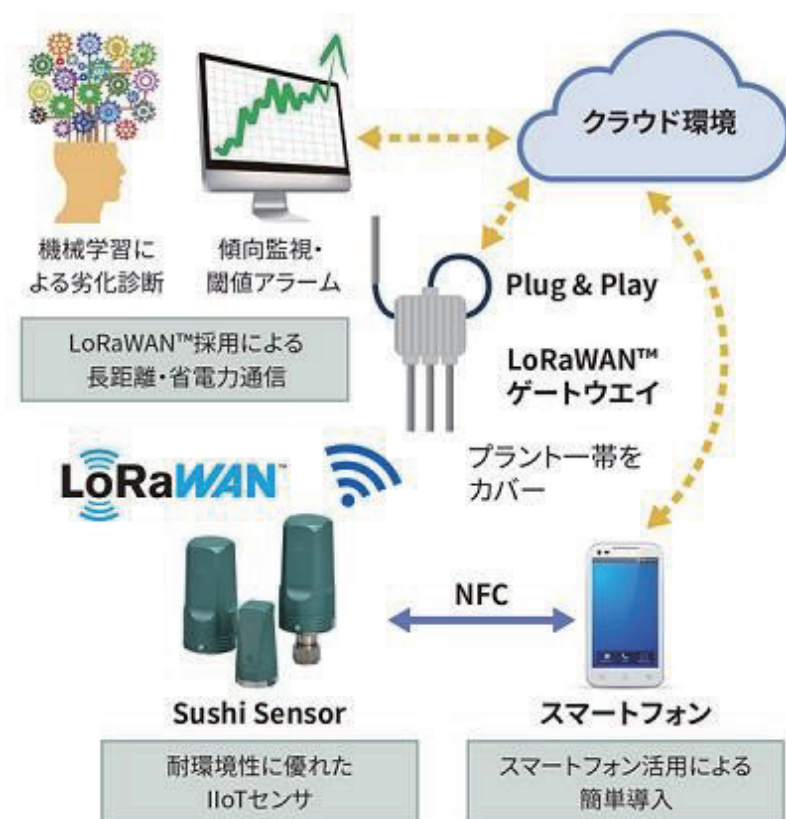
- ・研究開発のうち、不確実で予測不可能な未来における新たな事業機会を探索・創出するイノベーション活動を主に担当しているコーポレート研究開発部門としてイノベーションセンターを設置している。未来シナリオから食糧・エネルギー・水の3つの欠乏を想定し、イノベーションセンターの主な活動領域を長期経営構想でも「注力すべき事業領域」として定義されている、「バイオ」・「エネルギー」・「マテリアル」と定義している。
- ・エッジコンピューティングと機械学習機能を活用した「設備異常予兆監視ソリューション」も、イノベーションセンターでの研究から生まれたソリューションとなっている。

2-5. LPWA に対応した Sushi Sensor

- ・これまで困難だったデータの連携を決して不可能とはせず、APM を通じてお客様が保有する設備の価値を高める事例として、Sushi Sensor という IIoT リファレンスモデルがある。
- ・Sushi Sensor は、LPWA (Low Power Wide Area) の一つである LoRaWAN に対応した産業用 IoT 向け無線ソリューションで、設備保全の基本データを収集するセンサーとデータを定量化し客観的判断を可能とする蓄積、解析機能を提供す

る。運転データの観測システムと同時に使用することで、これまで連携が困難だった運転システムと設備保全システムの連携を可能にしたものだ。

この連携により、センサーによる設備の状態検出から適切な行動選択までが最適化された APM（アセットパフォーマンス管理）が実現された。さらにクラウドを使ってプラント間でデータ共有することで、複数の類似プラントや装置の効率運用ができ、事業・企業全体の操業効率を向上させることが可能になった。



2-6. 5G-ACIA への加入

- YOKOGAWA は 2018 年 4 月に発足した「5G-ACIA」に加入している。
- 5G-ACIA (5G Alliance for Connected Industries and Automation) とは、ドイツ電機電子工業連盟 (ZVEI) が中心となって発足したグローバルフォーラムで、ボッシュ、ファーウェイ、インフィニオン、インテル、三菱、ノキア、シーメンスなど世界各国の通信業界、製造業界から約 50 社が参加している。工場内のマシンやセンサーにより送信される無線データ量は急速に増加しており、5G 技術の超高帯域幅と超低遅延が多くの価値を付加することが期待される

なか、工場自動化など 5G 技術の産業向けユースケースの活用などの検討を行っている。

2-7. ソリューション&製品開発

- ・インターネット、スマートフォン、地上波デジタル放送などの大容量・高速通信サービスの普及や今後 5G ネットワーク向けインフラの拡大により、多様化する光通信ネットワークの光ファイバ網の敷設工事や保守の需要が年々増加している。
- ・多様化するニーズに対応するため、「AQ1210 シリーズ」マルチフィールドテスト OTDR など、今後の通信技術の進展に対応できる製品等の開発を推進している。

2-8. IoT の活用模索から積極活用の段階へ

- ・三菱総合研究所と進めてきた「ものづくり競争力強化支援事業」の協業範囲を拡大し、新たに「製造業 DX（デジタルトランスフォーメーション）トータルサポートプログラム」の国内及び東南アジア系の日系企業への提供を開始した。
- ・この背景として、顧客ニーズの重点が、IoT の活用模索から積極活用の段階へシフトし、適用地域も国内にとどまらず海外へ拡大するなど、製造プロセスにおける IoT 活用が進んできている状況がある。
- ・「製造業 DX トータルサポートプログラム」では、以下三つのサービスで経営とものづくり現場の課題にワンストップで応えていくものとしている。

(1) Industrial IoT (IIoT) トータルソリューション

IIoT を活用し、経営とものづくり現場をつなぐ四つのレイヤー（計測／制御／製造管理／経営管理）を統合することで、製造業の DX を支えるサイバーフィジカルシステム（CPS）を構築。

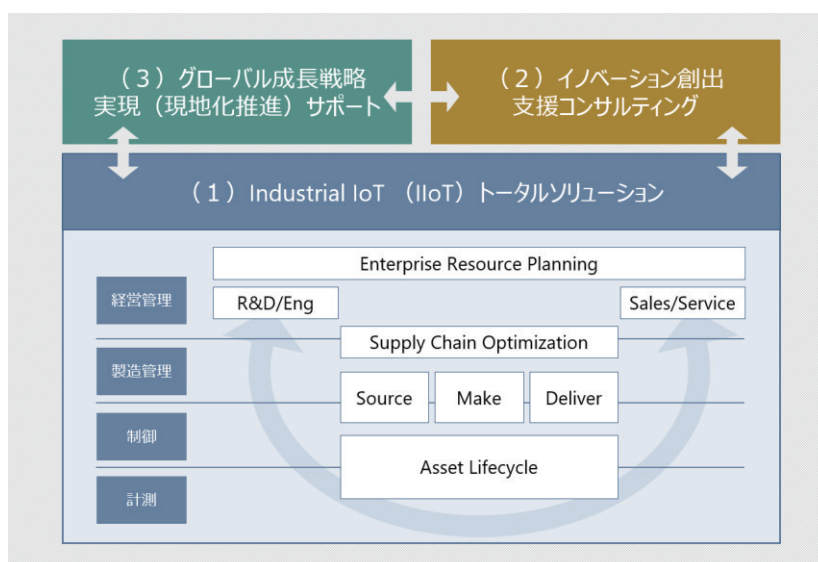
(2) イノベーション創出支援コンサルティング

AI、シミュレーション、データ解析等の技術を含めた CPS 活用を通じて、製造業におけるプロセス革新（効率化・原価低減・品質向上）を支援。

さらに、新製品・サービスの開発、ビジネスモデル革新に加えて、同業種・異業種連携によるオープンイノベーションの実現を支援。

(3) グローバル成長戦略実現（現地化推進）サポート

バリューチェーンの現地化推進をサポートし、グローバル成長戦略の実現を支援。



2-9. 学生時代の学びと仕事での大きな違い

- ・ 学校で学ぶ半導体に関する知識は製品開発において役立つ。しかし、演習と作業は大きく異なる。学生時代の演習では小さなチップでデバイスを作製したりするが、会社ではウェハー1枚を丸ごと取り扱う。
- ・ 会社内だけで製品開発を行うだけでなく、大学や横河電機以外の企業の方々と共同プロジェクトで進める仕事もあり、コミュニケーション能力が求められる。
- ・ 統計学や化学工学は、データ解析やディープラーニングを理解するのに役立つはするが、それぞれ単独としてではなく、統計学と化学工学を融合させた研究などを学生時代から行っていたほうが良い。
- ・ 文献調査は英文文献が多い。学生時代に英語で論文を書いた経験などがあるとよい。
- ・ 仕事に直接、結びつかない科目であっても、研究で行ってきた実験の進め方や報告書の書き方は会社に入ってから役立つ。

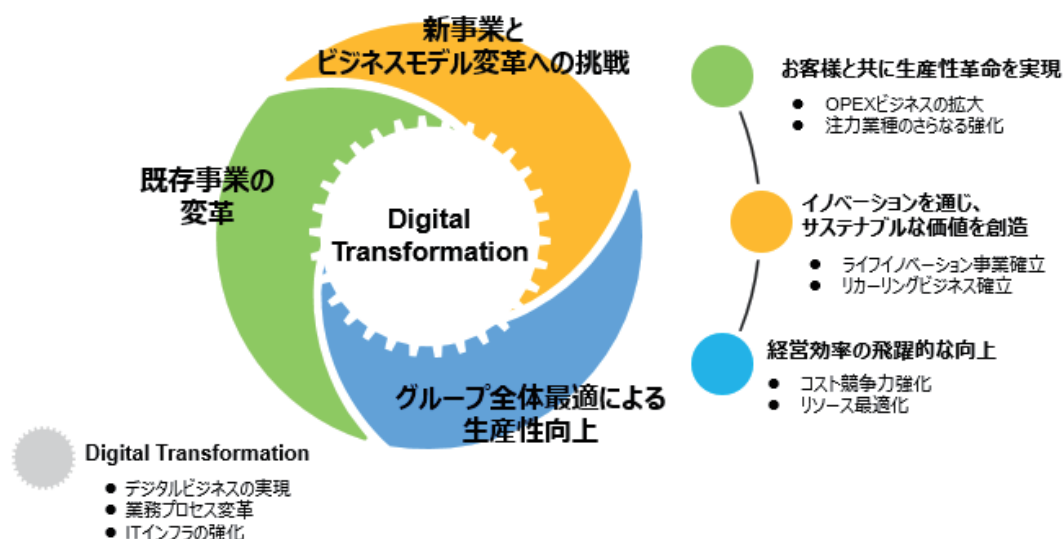
- 学生時代、デジタル回路設計とソフトウェア開発を学んだことは役立っている。
- 会社に入ってから開発する実際の製品は、製品によって視点はやや異なってくるが、ヒューマンインターフェースのユーザビリティは学生時代から学べる。
- 学生時代から解答のない課題を解決するトレーニングをチームで行う経験をしていると会社に入ってからでも役立つ。

(ご参考：横河電機 中期経営計画「Transformation 2020」より)

■ 中期経営計画 TF2020 の基本戦略

当社グループは、サステナビリティ目標及び長期経営構想を踏まえ、収益性の向上とさらなる変革に向けて、新中期経営計画「Transformation 2020（略称：TF2020）」を策定しました。

TF2020 では、当社が目指す事業のあるべき姿を「計測と制御と情報の技術をコアに、幅広い産業のビジネスプロセスに対して、デジタル技術革新とお客様との共創による生産性向上を通じて持続可能社会を実現する事業」とし、その確立に向けて次の基本戦略に示す3つの変革に取り組みます。



<基本戦略> 以下の3つの変革を実現していきます。

1. 既存事業の変革

お客様との関係をさらに深化させ、生産性革命を共に実現します。

a. OPEX(*)ビジネスの拡大

既設設備の生産性向上に向けた課題解決と運用保守を中心とする OPEX ビジネスの拡大と収益性の向上に注力します。TF2017 で取り組みを進めてきた課題解決型ビジネスの確立とグローバル展開を目指します。(*) OPEX : Operating Expenditure の略語

b. 注力業種のさらなる強化

日本で高いシェアを獲得している化学業種の海外展開に引き続き注力するとともに、今後の成長が期待でき、また社会的意義の大きい再生可能エネルギー関連の市場開拓に取り組みます。

c. 計測事業の変革

競争力のある製品に集中することで一定以上の収益を確保するとともに、新たな成長市場へ挑戦します。

d. 航機その他事業の変革

保有技術とお客様基盤を生かし、成長事業への変革に挑戦します。

2. 新事業とビジネスモデル変革への挑戦

イノベーションを通じ、サステナブルな価値を創造します。

a. 医薬品・食品産業向け新事業の確立

TF2017 では長期経営構想の中で今後注力すべき事業領域の一つとして「人々の健康や暮らしの豊かさを支える産業」を設定しました。TF2020 では今後も市場成長が期待でき、当社の強みが生かせる医薬品・食品産業の研究・開発・生産・物流などのバリューチェーン全体の生産性向上を実現するサービスビジネスの確立に挑戦します。

b. ビジネスモデル変革

製品やサービスを売り切る従来型のビジネスモデルから、お客様の初期導入コスト負担を軽減する成果報酬型ビジネスやサービス提供型のリカーリングビジネスへの変革を進めます。IIoT を活用した製品・ソリューションの付加価値向上などによりお客様の生産性革命を支援し、成長機会の創出につなげます。

3. グループ全体最適による生産性向上

グループ全体最適の視点で、経営効率を飛躍的に高めます。

a. 継続的なコスト競争力の強化

グループ横断のコストダウン活動が継続的に実行される仕組みを構築し、RPA(Robotic Process Automation)など IT 技術も活用し、コスト競争力を強化します。

b. 人財力の強化

社員一人ひとりが、世の中の変化や最新の技術動向を理解し、より高い付加価値を生む業務を担える人財へと自らを変革するために、新たに求められる能力とスキルの再開発・訓練プログラムを企業内大学として整備・提供し、社員が自ら学び能力を高め続ける会社へと変革していきます。

<デジタルトランスフォーメーション>

3つの変革の基盤として、自社及びお客様の生産性向上を実現するため、デジタル技術を最大限に活用したアーキテクチャーの構築に積極的に取り組みます。AI、IIoT、クラウドプラットフォームなどを活用した製品・ソリューションの付加価値向上などによりお客様の生産性革命を支援し、成長機会の創出につなげるとともに、RPA、デジタルマーケティング、モバイルワークスタイルの活用とそれらを支えるネットワークやセキュリティの強化を通じて自社の成長基盤を確立します。また、これらを実現するための投資も積極的に行います。

2. 株式会社構造計画研究所

1. 企業概要

1-1. 企業プロフィール

- ・会社名：株式会社構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.
- ・所在地：東京都中野区本町4丁目38番13号 日本ホルスタイン会館内
- ・設立：1959年5月6日
- ・資本金：1,010百万円
- ・従業員数：585名
- ・売上高：11,966百万円（2019年6月期）

1-2. 事業概要

●建設・防災分野

- ・耐震・免震・制振に関する構造設計・構造解析技術の研究
- ・建設物の構造設計コンサルティングおよび数値シミュレーションシステムの開発
- ・地震動および地震リスク評価技術の研究
- ・地震防災コンサルティングおよび地震動評価システムの開発
- ・環境評価コンサルティング（空気、音、水、風等）および評価システム開発
- ・図面情報や構造計算機能を組み込んだ基幹システム開発など

●情報・通信分野

- ・通信プロトコルレベルからの研究開発（アドホックネットワーク、次世代無線ネットワーク）
- ・電波伝搬シミュレーションに関する研究開発
- ・研究開発成果を核とした無線通信分野におけるコンサルティング
- ・移動通信サービス関連システム（置局設計、通信状況管理、通信品質測定・解析等）の開発
- ・GPS・通信技術を利用した交通機関の運行状況管理・通知システムの開発など

●製造分野

- ・OR・シミュレーション技術を用いた生産管理コンサルティング・システム開発

- ・CAD技術を基盤とした設計・営業・生産現場を結ぶERP・CRMシステム開発
- ・マルチメディア・シミュレーション技術を活用した設計者支援ソリューション
など

●意思決定・合意形成支援分野

- ・複雑系・データ分析技術を利用した意思決定構造分析コンサルティング
- ・リスク分析技術を利用した意思決定・マネジメント支援ソリューション
- ・動画像処理による人や物の動線分析コンサルティング
など

2. 調査概要

2-1. 解析・コンサルティング

- ・5G、LPWA に関しては、すでに解析を行っており、今後もお客様の要望にあわせ、様々な製品や分野で解析やコンサルティングを行っていくものと思われる。

(5G/ミリ波の解析・コンサルティング)

- ・屋内環境における散乱を考慮したミリ波無線通信の伝搬評価
https://network.kke.co.jp/consulting_samples/mmwave/indoor_scattering.shtml
- ・都市部での Massive MIMO を用いたビームフォーミングの検討
https://network.kke.co.jp/consulting_samples/mmwave/beamforming.shtml
- ・5G 固定無線アクセス (5G FWA) の電波伝搬評価
https://network.kke.co.jp/consulting_samples/mmwave/5g_fwa.shtml

(LPWA の解析・コンサルティング)

- ・住宅街における LPWA の適応範囲を検討
https://network.kke.co.jp/consulting_samples/lpwa/result.shtml

(IoT の解析・コンサルティング)

- ・IoT 製品を活用する無線通信環境の検討
https://network.kke.co.jp/consulting_samples/iot/result.shtml
- ・住宅内の Wi-Fi のスループット性能評価

https://network.kke.co.jp/consulting_samples/iot/house_Wi-Fi.shtml

2-2. ローカル 5G

- ・ サービスを提供したい事業者に対して、土地や建物単位で周波数免許を付与する「ローカル 5G」は様々な産業からの注目を集めている。
- ・ 高速大容量・低遅延・多接続といったメリットをもつローカル 5G だが、従来の無線通信規格と同様にアンテナや無線デバイス、空間構成などの電波環境について検討しないと期待するメリットを十分に享受できないばかりか、隣接してサービスを提供する他の事業者に電波干渉等の悪影響を及ぼす可能性も孕んでいる。

2-3. IoT 活用

- ・ 製造業の品質・生産性・安全性向上等を IoT 活用によって実現するため、AI・エッジコンピューティング・デジタルツインを活用する提案を数年前から行っている。
- ・ 工場オペレーションの進化を目指すため、IoT 活用を考えている企業が増えているが、検証段階のものが多く、手軽に始められ、かつ、かゆいところに手が届く状態にはまだまだ至っていない。
- ・ 「画像処理等による情報センシング、分析ソリューション (REVERSE)」と「既存工場施設・設備情報の 3 次元デジタル化基盤技術 (NavVis)」とを組み合わせ、工場のデジタルツインを生成し、工場や設備の情報、そこで活動する人の情報を統合して分析していくことで課題を解決するアプローチを提案している。

2-4. ここ最近の提供技術

(RemoteLOCK)

- ・ 全てのドアをクラウドでアクセス管理する Wi-Fi 型スマートロックは、鍵に関する業務全てを IT 化したもので、現地対応や物理鍵が不要になり、遠隔マネジメントが可能。
- ・ 鍵の紛失や複製リスクもなく、宿泊施設やレンタルスペース等で注目・活用されている。

- ・ユーザーごとに番号を割り当てることができ、クラウドで入室記録を管理することもできる。ユーザーは異なる施設であっても同じ番号で出入り可能になり、管理側の一元管理も容易になる。
- ・IT管理により、アクセス時間をコントロールすることも可能。

(スマホ de リレー)

- ・スマートフォンが備えている Wi-Fi や Bluetooth の通信手段を使い、スマホ自身が接続相手を見つけ、情報を伝達する「スマホ de リレー」という技術の研究・開発を進めている。
- ・東北大学の加藤・西山研究室が考案・開発したアドホック通信技術をベースに、構造計画研究所が改良を行い、実用化を実現。NTT ドコモとも共同開発を行い、iPhone 端末と Android 端末が混在する環境でも相互に通信可能なネットワークを構築できるようになっている。
- ・スマホ de リレーは通信インフラがない場所でもスマートフォン同士でのコミュニケーションを可能にするもので、スマートフォンの活用シーンを飛躍的に広げることのできる技術として注目されている。
- ・東京都中野区での帰宅困難者対策訓練でスマホ de リレーを搭載したアプリによる情報共有の実証実験などを経て、2019 年 4 月から高知市でスマホ de リレーを活用した避難者情報伝達・収集システムが本格運用されている。
- ・準天頂衛星システム「みちびき」が提供する衛星安否確認サービス「Q-ANPI」と連携し、携帯電話網やインターネットが途絶した状況下でも PC ならびにスマートフォンで入力した安否情報・避難所情報をみちびき管制局に集め、災害対策本部における情報把握に役立てるシステムを開発している。

(電波伝搬解析ツール)

- ・IoT で活用される通信方式 LPWA や Wi-Fi 等において、電波が届く範囲を把握でき、各通信方式の有効性を検討することを可能にしたもの。
- ・工場内に設置した無線機器の電波が届かないエリアを可視化。実際の工場モデルを使用することで、工場内の構造物や什器による影響を考慮した解析を行うことが可能になっている。

- ・新たな無線機器の適切な設置場所の検討、現状の無線環境の改善に対して有効。

(ネットワークシミュレータ)

- ・無線環境が混雑し、十分な品質での通信が実現できなくなる問題が発生している。
- ・ネットワークシミュレータを利用することで、導入予定の無線システムが既存システムに与える影響の検討や、導入予定無線デバイスの設置可能台数の検討、アクセスポイントの適切な設定パラメータ検討といった、今後起こりうる無線通信の課題予測や対処方法の検討を行うことが可能になる。

(農業 IoT ネットワーク)

- ・LPWA の規格の一つである Sigfox を用いた IoT ネットワークを設計・構築。農業モニタリングで必要とされる温度や湿度等をセンシング可能にする Sigfox センサー端末を設計・製作し、農業 IoT ネットワークを構築した。
- ・圃場や植物工場での環境情報を収集・管理し、見える化する仕組みを提供。スマホやタブレットからリアルタイムの状況を確認できるほか、温度や湿度、照度を監視して、指定条件時にメール通知することが可能になる。
- ・データはクラウド上に蓄積し、作業記録を農業日誌とすることや、アプリから圃場の機材を遠隔制御できる機能もある。
- ・農業以外の分野、例えば工事現場や工場などの現場のモニタリング、高齢者やペットの見守りなど、様々なシーンでの利用に展開可能と考えられている。

2-5. オペレーション・リサーチ

- ・現実問題を数理モデルに落とし込んで問題解決を目指すオペレーション・リサーチを、交通・通信・製造といった様々な分野の課題解決に応用している。

3. 富士ソフト株式会社

1. 企業概要

1-1. 企業プロフィール

- ・会社名：富士ソフト株式会社
FUJI SOFT INCORPORATED
- ・所在地：神奈川県横浜市中区桜木町 1-1
- ・設立：1970年（昭和45年）5月15日
- ・資本金：262億28万円
- ・売上高：1,306億46百万円（2018年12月期 単体）
2,043億29百万円（2018年12月期 連結）
- ・社員数：7,990名（2019年9月末現在 単体）
15,924名（2019年9月末現在 連結）

1-2. 事業概要

●グローバル競争の時代を勝ち抜くビジネスを支える業務・制御システムの提供
流通、金融、製造、通信等グループを含めた業務アプリケーション開発技術を持っており、これらを組み合わせることで競争力のある高付加価値サービスを創造し、お客様の価値と競争力向上に貢献。

●「AIS-CRM」でネット時代に対応する高付加価値サービスを提供
富士ソフトがもつ、組込/制御系・業務系ノウハウが、今までにない付加価値を生み出すことで、新しいビジネスチャンスを創造。ネットワーク時代に不可欠な、先進ソフトウェア・ハードウェアの提供をはじめ、スマートフォン・タブレット、最新ロボットテクノロジー、スマートハウス、デジタル家電など、付加価値の高いプロダクトを融合させ提供することで、ビジネスから皆さんの生活、社会インフラに至るまでITの技術で貢献。

※AIS-CRM（A：AI、I：IoT、S：Security、C：Cloud、R：Robot、M：Mobile&AutoMotive）

2. 調査概要

2-1. 5G関連のソフト開発

- ・組込系・制御系ソフトウェアの分野では独立系トップであり、5G基地局向けや5Gの応用分野であるファクトリーオートメーション、医療、自動車などの通信ソフトウェアの需要が拡大していくと見込まれる。

2-2. IoTによるシステムインテグレーション

- ・製造業を中心とするIoTシステムに対して、制御ソフトウェアなどからワンストップで対応でき、つねに新しい技術を反映させながらコーディネートできるところが富士ソフトの強み。
- ・AWSとの関係が非常に近く、国内SIベンダーでは唯一、AWSが認定する「IoTコンピテンシーパートナー」を取得している。また、AWS IoTサービスを対象にした「AWS IoT Core サービスデリバリーパートナー」のローンチパートナーにも認定されている。
- ・製造業を中心にIoTシステムは当たり前になりつつあるが、収集したデータを効率的・効果的に分析・活用するまでには至っていない。それを加速するのは機械学習・AIであり、今後はIoTシステムに機械学習・AIを取り込むことを推進したい。
- ・IoTサービスは複数のセンサーやエッジなどを用いたものが多くなり、保守・運用管理の複雑さや負荷は高まっている。こうした課題を解決しない限り、IoTシステムの分析結果をマネタイズするようなデータビジネスの展開は難しい。そのため、企業がIoTシステムの保守・運用をアウトソーシングできるマネージドサービスを提供していきたいと考えている。
- ・短期間で構築できるハードウェアからクラウドまでのワンストップソリューションとして、IoTプラットフォーム on AWS トータルソリューションを提供している。富士ソフトの強みとして、IoTゲートウェイを独自開発できる点も挙げられる。

2-3. 組込テクノロジー

- ・創業当初から組込開発に対応してきており、ソフトウェアはもちろんハードウェアでも様々な経験がある。
- ・組込に関して高度な知識や技術・スキルを持つエンジニアは、企業で貴重な人材と見なされる。組込技術者を対象とした資格、エンベデッドシステムスペシャリストやETECなどを取得するための勉強をすることで深い知識を得ることができる。

- 組込ソフトウェアは一般的なソフトウェアと異なり、開発環境と動作環境が異なる。作成するハードウェアでは使用できた言語が実際の動作を行うハードウェアでは使えないということもあり、パソコンのソフトウェア開発以上に考慮すべき点が多くある。
- メモリー管理ユニット（MMU）なしで動作するマイクロシーリナックスが登場してからは、組込開発で多く採用されている OS は Linux となっている。
- 組込ソフトウェアや組込ネットワークの必要性は今後も増していくと考えられる。そして、ハードウェア組込レベルからそれらをコントロールするレベルまで、質の高い組込テクノロジーが求められる。
- 自動車、医療機器、産業機器、社会インフラ、OA 機器、デジタルリビング（家電）、モバイル（スマートフォン）、放送機器に至るまで様々な組込開発を行っているが、組込機器の性能の向上に比例して、組込ソフトウェアに求められる役割も変わってきている。個々の機能に特化した処理を行うだけでなく、それぞれの機能を連携させるという大きな役割が求められている。
- 組込ソフトウェアの需要は今後も高まり、組込システム開発の市場規模はますます大きくなり、組込を専門とするエンジニアは今後も必要とされている。
- 欧州自動車メーカーを中心に、車載ソフトウェアの共通化を目指して 2003 年に設立された団体、AUTOSAR (AUTomotive Open System ARchitecture) が車載アプリケーションとマイコンを切り離して開発するためのソフトウェアプラットフォーム仕様を規定。AUTOSAR プラットフォームのニーズは日本でも高まっており、学生にも AUTOSAR を学ぶ機会を活用できる AUTOSAR 開発体験キットを用意している。

<https://www.fsi-embedded.jp/product/fsi/adtk/>

4. 東京エレクトロン株式会社

1. 企業概要

1-1. 企業プロフィール

- ・会社名：東京エレクトロン株式会社
Tokyo Electron Ltd.
- ・所在地：東京都港区赤坂 5-3-1 赤坂 Biz タワー
- ・設立：1963 年（昭和 38 年）11 月 11 日
- ・資本金：549 億 6,119 万円
- ・社員数：1,559 人（単独）
13,021 人（連結）
- ・主要事業：半導体製造装置事業、フラットパネルディスプレイ製造装置事業

1-2. 事業概要

- ・半導体製造装置、フラットパネルディスプレイ製造装置の開発・製造・販売を行っている。半導体製造装置の売上高は世界ランキング 3 位、アジア圏ではトップに立っている。
- ・アメリカ、ヨーロッパ、アジアなどグローバル拠点は 70 箇所を超え、売上の 80%以上は海外となっている。
- ・売上の約 10%を開発に投資しており、過去 5 年の 1 年間あたりの平均投資額は 800 億円と、ホームページの研究・開発コンテンツも充実している。

2. 調査概要

2-1. 半導体製造装置の現状

- ・半導体製造装置には何百ものセンサーがついており、センサーデータを解析して半導体プロセスの精度向上や生産性向上に応用されている。その意味で半導体製造装置は、ありとあらゆるモノにセンサーがつき、センサーからのデータを組み合わせることによって価値を創出する IoT の先駆的存在と言える。
- ・最先端の半導体製造装置においては、プロセス制御の難易度や複雑度が増すにつれ、AI に代表されるデータサイエンスを取り入れた品質安定化の要望が高まっている。

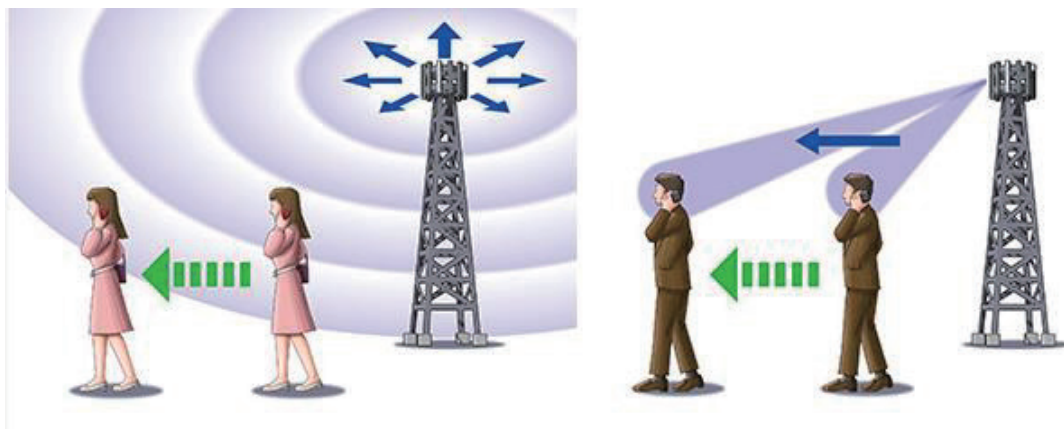
- 個々の半導体デバイスは、高速化、低消費電力化、コストパフォーマンスの向上など多様なニーズに応じたアプリケーション志向のデバイス開発が求められている。
- 半導体製造装置の知識と経験を基盤として、センサー技術、AI に代表されるデータサイエンス、多種大量のデータを扱うデータエンジニアリング、お客様の真の課題を見つける問題解決力といった総合力を駆使することが求められている。

2-2. 5G サービスの課題

- 高速・大容量のデータ速度が注目されているが、ダウンロードする速度が最大 20Gbps、アップロードする速度が最大 10Gbps を実現し、ミリ波技術を商用化するには技術的に高いハードルがある。
- 応答速度がリアルタイム動作になると言われる低遅延に関しても、単なる送受信しか規定されていない。基地局での演算処理を含めるとコンピュータ内部の演算速度が支配することになり、通信速度を規定することにはならない。
- 携帯電話だけでなく、IoT デバイスも加わり、多デバイス対応には期待が持てる。しかし、車など様々なデバイスをインターネットにつなげても、リアルタイムで反応しないと実用性は高いとは言えない。

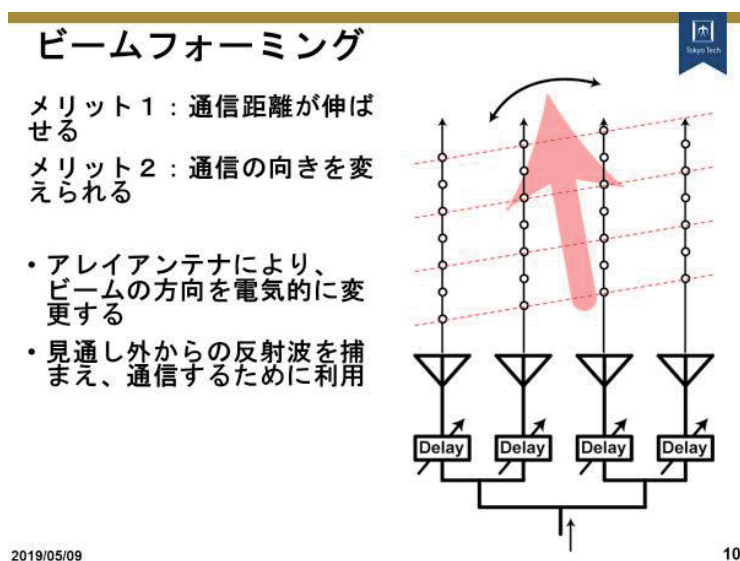
2-3. 利用者にピンポイントで電波を届けるビームトラッキング

- 5G ではピンポイントで利用者に電波を届けるため、利用者の移動に伴い、電波をずらして送るビームトラッキング技術は必要となる。



- ・ビームフォーミングとは、下図のように周波数の高いミリ波の5G電波を遠くまで飛ばすための技術で、多数のアンテナを形成し、各アンテナから飛び出す電波の位相を少しずつずらしていくというもの。

5Gは指向性が強まるので、少しでも動くと電波が届かなくなるが、ビームフォーミングの位相をずらす技術を利用し、基地局は利用者の移動する距離や速さに応じて、位相の量を変えていくビームトラッキングという技術を活用することで電波を届けることができる。



2-4. 場所限定で利用できるローカル5G

- ・5Gサービスの応用として期待されているのが、「ローカル5G」と呼ばれる5G通信。通信キャリアは絡まないで、企業が電波を飛ばす範囲を限定し、総務省の許可をもらう必要はあるが、工場やショッピングモール等での活用が期待されている。

工場であれば、機械に監視ビデオ装置を取り付けて機械の異常を検出したり、機械同士が同期をとって通信しながら自動的に作業時間間隔を詰めて生産性を上げたりすることが可能になる。

ショッピングモールであれば、モール内の映像をリアルタイムでどこからでも見られるようにすれば、顧客数の把握、顧客の流れなどを店舗に生かすことができる。

- ・電波は工場内、ショッピングモール内と限定することになるので、セキュリティもある程度保つことができる。

2-5. クルマの自動運転に欠かせない C-V2X

- C-V2X とは、クルマ (V: Vehicle) と外部のビルや信号機などの電波を発する機械 (X) との間での通信を可能にするもので、見通しの悪い交差点や横道のクルマの存在、またはクルマの陰に隠れた人や自転車の存在などをドライバーに伝えることが可能になる。
- クルマと基地局との通信と、クルマとクルマとの直接通信の 2 種類の通信システムを実現させることで、渋滞や事故、工事などを事前に検知することができるほか、クルマの自動運転の安全性にもつながってくる。

2-6. これからのソリューション展開

- IoT、AI を活用した「第四次産業革命」に突入し、半導体市場は急速な成長を迎え、半導体は「2次元」の微細化による高集積化から、「3次元」へ更なる進化をしている。
- 最先端の半導体デバイス素子を高集積化するには、ウェーハ上に微細で3次元の複雑な形状をつくる必要があり、「成膜」「リソグラフィ」「エッチング」「洗浄」が何度も繰り返し行われる。半導体製造装置に求められる技術要求は、半導体デバイスの進化に伴ってますます高度になってきている。
- 日本国内に限らずコンソーシアムや装置メーカー、材料メーカーなどとの連携によるエコシステムを構築し、積極的に協業を行っている。

5. 富士ゼロックス株式会社

1. 企業概要

1-1. 企業プロフィール

- ・会社名：富士ゼロックス株式会社
Fuji Xerox Co., Ltd.
- ・所在地：東京都港区赤坂九丁目7番3号
- ・設立：1962年（昭和37年）2月20日
- ・資本金：200億円
- ・売上高：10,056億円（2019年3月期 連結）
- ・社員数：39,483名（2019年3月期 連結）/7,291名（2019年3月期 単独）

1-2. 事業概要

● オフィスプロダクト&プリンター事業

- ・複合機やプリンターなどのオフィス機器の提供とともに、入出力業務ソリューションやクラウド・モバイルを活用したソリューション・サービスを展開。
- ・Smart Work Gateway 構想のもと、自社の複合機やサービスと他社のビジネスクラウドサービスとの連携によるエコシステムをさらに拡大して、お客様に適したコミュニケーション環境を構築。

● プロダクションサービス事業

- ・コンテンツ製作から加工・配送までを包含するグラフィックコミュニケーションの領域で、商業印刷分野におけるデジタル印刷機や、印刷ワークフロー・ソリューションを提供。
- ・外部企業との連携も含め、一人ひとりに求められるコンテンツを、それぞれに適したかたちでお届けする仕組みを実現。

● ソリューション&サービス事業

- ・課題解決型のドキュメントサービスとして、システムインテグレーションやクラウドサービスによる付加価値の高いソリューション、複合機管理や基幹業務プロセスのBPOサービス提供。
- ・AIやIoTなどの先端技術を取り込み、情報や知識を活用するドキュメントサービスを強化し、お客様が創造性を発揮し、成果を実感できる環境の実現を目指す。

2. 調査概要

2-1. 組み込みソフトウェアの現状

- ・商品の高機能化によって組み込みソフトウェアの規模や複雑さは拡大しているが、短期間での開発がますます求められている。
- ・開発を短期間にするため、ソフトウェア開発の現場では実際の機器を使わない仮想環境による開発が広く行われている。
- ・その一つである HILS (Hardware-In-the-Loop-Simulation) は複雑なリアルタイム組み込みシステムの開発とテストに使用されるシミュレーションシステムで、自動車業界を中心に運輸、エネルギー関連産業の開発で活用が進み、様々な業界で導入されるようになってきている。
- ・富士ゼロックスでは 2002 年の導入を皮切りにし、現在はほぼすべての複合機・プリンターの制御ソフトウェア開発に HILS を導入している。その背景には開発短期化の動きがあり、試作機の完成時にはソフトウェアの品質を確立することが求められた。そのため、実機動作を想定したテスト（統合テスト）が可能な HILS の開発に着手した。
- ・HILS の導入は、制御ソフトウェアの開発早期化を図るためであり、商品の試作機ができる前から、HILS をソフトウェアのテスト環境として活用することを目指した。
- ・HILS は低コストであり、「いつでも、どこでも」というコンセプトで、ネットワーク経由の遠隔操作での利用をメインに想定した環境として構築し、拠点に依存しない開発を進めている。
- ・実際の開発現場では、HILS の早期提供とは別に、「機能改善」「導入効果拡大」といった要求や、「HILS のあるべき姿」「ソフトウェア開発プロセス」などに関する議論がある。
商品開発の現場では、従来のように紙の仕様書を用いて開発を進めるのではなく、モデルベース開発という開発プロセスが提案されている。その中で HILS は、試作機の完成前に ECU (Electronic Control Unit) をテストする役割を受け持つ。

- ・ソフトウェアテストの観点で、テスト実施に特化した HILS として、Light HILS がある。Light HILS は、数値シミュレーションベースの HILS に比べてシステムが簡素であり、HILS と使い分けることができる。
- ・ネットワークでつないだ Light HILS では、モデルの仕様とテスト仕様、およびテストデータを関連づけてサーバーに蓄積する。IoT やビッグデータ、AI を用いた技術革新の潮流で考えたとき、テスト仕様を最適化するために Light HILS で蓄積したテストデータを AI で処理するということも可能だ。

2-2. Smart Work Innovation というコンセプト

- ・AI や IoT、IoH (Internet of Humans) 技術を活用して新たな価値創造を行っていくためには、「人」を中心に考えることが大切。富士ゼロックスでは、「人間中心設計」という思想で研究開発を進めている。
- ・これまでの基盤事業で築いてきたお客様との関係から、お客様の働く現場に深く入り込んでいるのがアドバンテージになっている。お客様の行動情報などワークプレイスの多大な情報が蓄積されており、この情報に対して、富士ゼロックス独自の AI・IoT・IoH 技術を用いることで、お客様の効率的な働き方や創造的な働き方を実現することができる。
- ・Smart Work Innovation は、働き方改革の領域における富士ゼロックスの貢献の方向性を示すコンセプト。
- ・Smart Work Innovation の具現化のために欠かせないのが、IoT。しかし、インターネットにつながったのはモノだけではなく、人も同じ。スマートフォンに加え、時計、眼鏡、衣服など様々な形態のウェアラブルデバイスや音声デバイスが普及し、IoH (Internet of Human) と言われるように、人も常にインターネットに接続されている状況になっている。
- ・お客様の働き方改革の実現を目指すため、IoT と IoH、それぞれについて考えることが必要であり、以下のように分けて検討している。
 - 働き方のスマート化：IoH 技術を応用し、人に関する諸データをとらえ、活用することで、人および組織の力を最大限に引き出し、かつ健康で充実した働き方を実現する。

●モノのスマート化：IoT 技術を応用し、モノの位置や活動および状態に関する諸データをとらえ、その稼働状況を見える化し、最適な効果を継続的に得ることができるよう消耗品の供給や保守を行うことで、モノの価値を最大限に引き出す。

- ・研究や技術はお客様価値につながるものでなければならない。お客様にとっては投資が伴うものであり、投資に見合った価値が必要になる。

(導入段階)

AI や IoT の活用により、効率化やコスト削減に貢献するもの。例えば、これまで人海戦術に頼っていた業務等。

(第二段階)

ビジネスで常に発生するデータを学習させ、仕事のやり方を最適化する。例えば、AI に業務をモデル化させる等。

(最終段階)

様々なプロジェクトの支援や新たなイノベーションを生み出すといったクリエイティブな支援。例えば、AI がコンサルタントのような役割を果たし、人と AI が共存してそれぞれの仕事を補完し合うといった新しいシェアリング・エコノミーの実現等。

2-3. 求める人材像

- ・[自ら考え行動する人] × [成長と変化に挑む人]

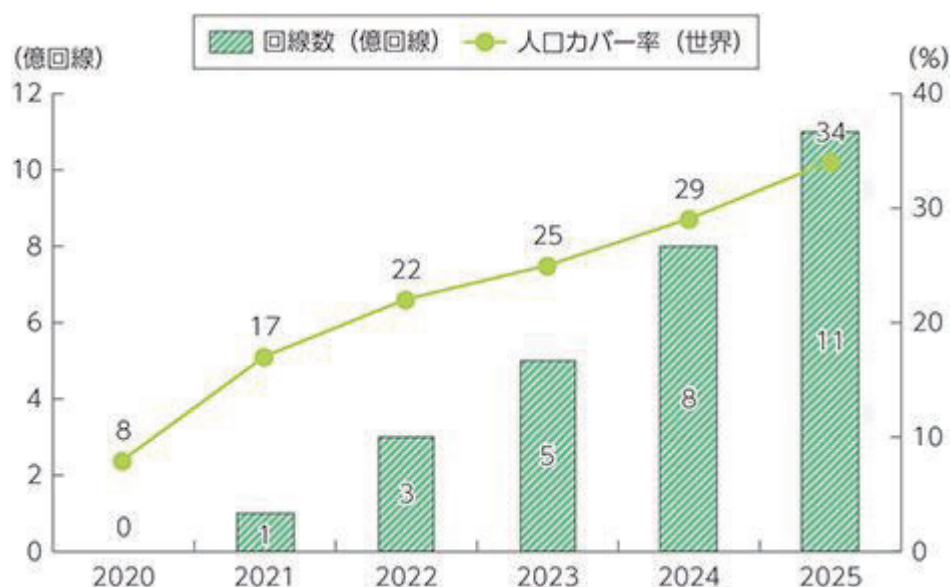
人との相互信頼を大切にし、常に問題意識を持って柔軟な思考で改善・改革できる、自らの成長と学び続ける意思・姿勢を持った人。

- ・問題解決力がある。

第 2 章 分析詳細

1. 5G の現状と展望

- ・サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会である Society5.0 を実現するためには、その基盤となる通信ネットワークは重要だと考えられている。
- ・「平成 30 年版 情報通信白書」（総務省）の 5G 回線数の予測（出典：GSMA）に対して、ビジネス主導で進んでいくという声が多い。



- ・5G に対しては次世代ネットワークとして期待している一方、理論上の最高速度 10Gbps が実現し、広く一般的に使用されるのは先になるという見方も多かった。一方で、IoT の導入は様々な分野で進んでおり、今後も拡大傾向が続くことが想定される。横河電機が「5G-ACIA」に加入するなど、各社ともに工場自動化など 5G 技術の産業向けユースケースを検討し、研究と並行しながらサービスの開発を進めている。
- ・5G の特徴である「超低遅延」に着目している会社は多く、リアルタイムによる遠隔操作や監視システムなどの検証が行われている。一方、開発側という立場から離れると、法整備などのルール作りは今後の大きな課題になってくるのではという声もあった。

- ・ローカル 5G については、ローカル 5G を構築するハードウェアからソフトウェア、ネットワークインテグレーションを含め、開発・研究が進んでいることがうかがえた。専用ネットワークとしてカスタマイズも可能なため、ローカル 5G 周辺の競争が激しくなっていくと思われる。
- ・比較的小規模な 5G 通信環境を自前で構築できるローカル 5G が実現する工場のスマートファクトリーに対して、IoT を活用して取得したデータを AI が分析し、業務プロセスの改善や生産性を向上するというメリットがあるという認識は浸透してきている。可能であれば導入したいとされているが、実際に導入まで踏み込んでいない企業が多いというのが実情となっている。
その理由として、工場の一部だけを自動化しても最適化へのほんの一步にしか過ぎず、試験的に行ってみるといのが難しいという点があげられる。
- ・ローカル 5G など今後の活用が期待されている新通信技術は、目的や活用する分野に応じた様々なサービスが生まれてくるとと思われる。新たな技術がもたらすものに期待が集まる一方、それぞれの環境に与える影響などを解析していくことも重要になってくる。

2. LPWA の現状と展望

- ・LPWA は物流や資産管理に活用される事例など、工場や倉庫を持つ企業などによる導入が見込まれている。しかし、開発者側は企業のみをターゲットにするのではなく、将来的には交通監視とそれに伴う制御など、社会・インフラの用途も増していくと考えている。LPWA により IoT の普及も促進されていることから、LPWA の需要は長きに亘るものと思われる。
- ・IoT では通信スピードが求められるものがある一方、データを蓄積するためなど低コストかつ省電力が求められるものがある。監視やモニタリングなどであるが、産業に限らず消費者系においても様々な用途が想定され、LPWA による「見える化」は大量のデータ集積において重要と考えられている。
- ・LPWA なくして IoT の市場は拡大しないという考え方が多い一方、ベースステーションの運用などを含め、サービスを継続的に提供していくための体制作りも必要という考え方もある。

- ・ LPWA には SigFox、LoRa、LTE 系等の規格があるが、プライベートネットワークに向いているとされる LoRa はベースステーションの運用をどうするかといった課題がある。そのため、利用範囲などを考えながら規格を決定する必要がある。

3. 5G、LPWA で注目される技術

- ・ 5G や LPWA を通じて収集される大量のデータを分析することにより、高いレベルでの異常の検知や遠隔操作等が可能になる。そのため、経験値の高い人の有無に関わらず、一定のレベル以上のサービス提供が可能になる。工場などが注目している点であり、データ集積とデータ解析する技術力はこれまで通りに重要となる。
- ・ ローカル 5G により実現するサービスや技術として、以下が注目されている。
 - 1) リアルタイム制御を可能にするスマートファクトリー
 - 2) 工場や建設現場等での機器を制御するアプリケーション
 - 3) e スポーツの普及を促進する e スタジアム
 - ※ゲーム映像等のコンテンツ配信だけでなく、警備のアプリケーションも含む
 - 4) 交通監視や農業支援等を目的にしたドローン撮影データの活用
 - 5) 新たな観光地の創出につながる VR 技術
- ・ ローカル 5G は様々な産業から注目されていることから今後普及していくものと思われるが、近隣に電波干渉等の悪影響を及ぼす可能性があることを認識しておく必要がある。
- ・ 5G、LPWA の普及により、電子部品の需要の伸びが期待される。電子部品を開発する立場にあるか、調達する立場にあるかなど、電子部品という局所的な視点でも、各業界で大規模なリプレイスがあるのではとする声もあった。特に、パソコンやスマートフォンだけでなく、車や交通システム、医療端末、そしてあらゆるものがネットワークにつながる IoT 時代に、電子機器やネットワーク、各種システム全てに使われる「半導体」がますます重要になってくるという声もあった。
- ・ ローカル 5G 環境におけるマルチホップを可能にする LPWA が室内や地下などで活用されることになると思われる。
- ・ 5G、LPWA 環境下で使用される IoT そのものに AI を取り込み、機械学習させる研究・開発が進み、様々なサービスに活用されると考えられている。

- ・ 5G、LPWA とは異なるが、スマートフォンの Wi-Fi や Bluetooth 機能を用いて、通信インフラがないところでもスマートフォン同士のコミュニケーションやデータのやり取りを可能にするサービスも始まっている。

4. 組み込みシステム開発の現状（言語、OS、技術者、テスト環境等）

- ・ 組み込みシステムで使用される言語は C 言語系（C/C++）が多い。Java を使う人も増えているようではあるが、互換性の高さとコーディングのしやすさで C 言語が多くなっている。
- ・ OS に関しては Windows が主流のようだが、Linux 環境で開発している会社もあった。使いやすく、ライブラリが豊富など Windows にはこれまで OS として蓄積されてきたものがあるが、自由度が高く、構造がシンプル、オープンソースであるといった点などが Linux の強みとなっている。不具合が発生した場合、解決するのは困難という Linux 組み込みの課題もあったが、様々な不具合を保証する有償ライセンスを利用しているケースもあった。
- ・ 組み込みシステムは最終的に利用されるハードウェアとは異なる環境で開発されることがあるため、様々な OS やハードウェアの知識は必要とされている。
- ・ 組み込み系のエンジニアはハードだけ、ソフトだけという特化した技術だけでなく、専門はソフトであってもハードの知識も持っているといった人材が求められている。センサーやアクチュエータなど他のシステムとも協調して動作する必要があるため、組み込み系システムにはハードウェアとソフトウェアの境目がなくなってきたと捉える人もいた。
- ・ iPhone が登場してスマートフォンが普及したとき、組み込みネットワークシステムの需要は急激に増えたが、OS は iOS か Android、新機種ときは旧機種から変更する機能の開発とシンプルではあった。
現在は IoT により組み込みネットワークシステムの需要が増大しており、多機能とより高度なシステム構築が求められるようになっている。
- ・ IoT により組み込み系システムもクラウドと連携して機能を実現することが求められるなど、組み込み系のエンジニアにはネットワーク通信機能に関する知識も必要となる。

5. 組み込みネットワークシステムで求められる技術

- ・組み込み系のエンジニアには、プログラミングスキルに加え、ソフトウェアとハードウェア両方の知見、さらに様々な OS の知識が求められる。
- ・組み込みネットワークシステムは各種規格に準拠することが必要になるため、センサーや通信ネットワークの仕様、取り込みや記録するためのデータフォーマットの仕様、場合によっては電子基板の設計から行うこともあるなど、幅広い知識があることが望ましい。
- ・海外から部品やドライバなどを調達することもあり、英語の仕様書を理解できる力を求める会社もある。

6. エッジコンピューティングの今後の展望

- ・5G など新通信技術により情報のリアルタイム性はより重要視されることになる。さらに IoT の普及により情報量は爆発的に増え、より速い処理スピードが求められるようになっていく。そのため、クラウドに送って処理したほうが良いものとエッジ側で処理したほうが良いものを効率的に分ける必要性は今後ますます高まり、エッジコンピューティングの重要性は増していくと考えられている。
- ・これから人材不足はますます深刻化していく。特に熟練者の経験や五感に頼ってきた異常の検知などを考えたとき、エッジコンピューティングと機械学習を組み合わせ合わせたサービスの需要は高まっていくと思われる。
- ・データは継続的に集積・分析を行い、問題解決等をしていくために活用されるべきものではあるが、今後ますます増大するデータ量を考えたとき、通信コストも考えなければいけなくなる。エッジコンピューティングは、クラウドに集約しなくてもいいものを処理するという点で運用コストの削減にもつながるものとされている。
- ・エッジコンピューティングは万が一の場合のセキュリティ対策にもなる。通信環境の不具合やクラウドサーバ側の不具合が発生したとしても、エッジコンピューティングで必要なデータを取り扱っていれば、企業はサービスを継続することが可能になる。
- ・データをクラウドに送る場合、リスクは必ずあるが、エッジコンピューティングであればデータの転送リスクは軽減される。

- ・IoT デバイスが増加すればするほど、データ収集にエッジコンピューティングが活用されると考えられている。

7. 設計～開発～検証で求められるもの

- ・組込み系はハードウェアとソフトウェアを同時に開発する場合もあるため、それに対応できる能力が必要とされる。
- ・開発環境と動作環境が異なる場合もあり、ソフトウェアが組み込まれるハードウェアに対する知識が必要となる。
- ・これからの設計・開発は単体で考えるのではなく、同時に動くソフトウェアやデバイス等との連携も考えなければならなくなってくる。

8. 学生時代に身に付けておいてほしいこと等、必要とする人材

- ・ハードウェアにしてもソフトウェアにしても、いろいろなものをつながることを想定したとき、ある特定分野だけに秀でていても問題を解決することにはつながらないため、幅広い知識を身に付けておいてほしいという点は多くの企業で共通していた。
- ・能力としては、コミュニケーション能力、ドキュメント能力、製品価値を認識する力（生み出す力）が求められている。
- ・プログラミング能力や専門知識を求めるというのではなく、問題解決力やコミュニケーション能力を求めるという募集内容になっているのは、基礎知識を持っていることが前提となっていることを痛感した。
- ・ほぼ全ての企業が「問題解決力」を求めている。入社後の研修でも組み込まれていることが多い。
- ・学生時代からチームでの開発を経験しておいたほうが良いという声が多かった。その理由として、問題解決能力の醸成や自分が弱いところに気付くといったメリットがあげられていた。
- ・学生時代に組込みに関する学習を行うことで、幅広い知識が身に付く。

- ・海外取引が多い会社では、高度な英語力を求めており、日常会話や仕様書を読み解く力だけでなく、英語で論文が書ける能力を求めているところもあった。

2019 年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」
情報通信技術に対応した組込みシステム開発技術者育成のモデルカリキュラム開発と実証事業

通信技術の進展とIoT 機器の対応及び最新技術調査

調査報告書

令和 2 年 2 月

一般社団法人全国専門学校情報教育協会
〒164-0003 東京都中野区東中野 1-57-8 辻沢ビル 3F
電話：03-5332-5081 FAX 03-5332-5083

●本書の内容を無断で転記、掲載することは禁じます。