

提案団体名： (株)東芝、岩谷産業(株)

○提案内容

(1) 自社の保有するスマートシティの実現に資する技術と実績等
 ※スマートシティの実現に資する技術については、別紙2の(1)～(7)の技術分野への対応を記載ください

技術の概要・実績等	技術の分野
<p>東芝は、将来の水素社会に向け、水素ガスパイプラインや燃料電池など、各種水素インフラの安全監視に適用可能なSmart Safety Network(S2N)技術を有している。S2Nは、水素センサーのIoT化により、従来技術では成しえなかった省電力で無人での安全監視を実現する。本技術は東芝独自の低消費電力・高速検知可能な水素センサー技術及び省電力無線メッシュ技術からなる。無線メッシュ技術は時間分割で通信を行い、バケツリレー方式でスリープ時間を最大化した独自のマルチホップ通信であり、電池駆動時間10年、最大通信距離5km以上、データ収集率99.99%を実現可能である。これまでに様々な実証実験を実施(*1)しており有効性が確認されている。また、水素センサー技術はMEMS構造とPd系金属ガラスを適用した東芝独自技術であり、従来の水素センサーで達成できなかった高速検知(約1秒)と低消費電力(約1mW)を両立可能な革新的な技術である。本技術はこれまでに査読付き論文誌3件(*2)採択、国際学会3件(*3)採択、電気学会主催第34回センサシンポジウムにおいて最優秀技術論文賞を受賞(*4)するなどこれまで高い評価を受けている。また、水素センサーのみならず温湿度、気圧、傾き、衝撃や揺れセンサーを追加することで様々な環境情報を取得することも可能である。これらの基盤技術を用いたS2Nによりスマートシティの実現に貢献する。</p> <p>岩谷産業は、LPGや水素の供給事業者としてガス供給インフラに関わる知見、実績を数多く有している。特に水素においては福岡県北九州市の「北九州水素タウン」(*5)や山口県周南市における水素パイプラインによる供給実証事業(*6)を含め、様々な水素供給設備に関わる実証事業を行ってきており、水素インフラにおける安全監視システム構築に必要な要件の抽出、システムの評価に貢献できる。</p> <p>*1,2,3,4,5,6：「(3)その他」欄参照</p>	<p>(1) 通信ネットワーク技術とセンシング技術</p>

解決する課題のイメージ	課題の分類
<p>SDGs、3E+Sの観点から水素社会に向けた取り組みが進んでいる。スマートシティにおいては、街中に水素インフラが敷設されることが想定され、水素の大量輸送手段として、コスト・環境性の両面から水素パイプラインが期待されている。一方で水素は可燃性ガスであり、水素基本戦略において、「漏れた際には即時に検知し、水素供給を止める」と明記されている。一方で、現状は漏えい検知のために水素ガスへの付臭が義務付けられているが、付臭剤は①燃料電池に悪影響を与えるおそれがある点、②漏えい時の検知は人任せであるため発見及び復旧が遅れる点から、水素パイプライン普及の際の検討課題となっている。無臭化のためにはパイプラインに多数の水素センサーを設置し漏えい検知を行う必要があるが、従来の水素センサーは消費電力が数Wと大きく、多数のセンサーを配置することは困難だった。東芝保有のS2N技術により、低消費電力で漏洩を検知し更に無線ネットワークにより状態を一元的監視が可能になる。漏えい時には直ちにシステムにフィードバックし水素供給を止めるなどの対応が可能となり、水素社会における災害を防止することが可能となる。また、無線ネットワークに傾斜計や加速度センサを取り付けることにより、地震などの災害が起こった際に、水素インフラシステムなどに加わった衝撃を知ることができる。インフラ損傷を細やかに知ることができ、システムの安全稼働、制御や停止に役立つ。ひいてはシステムが存在する場所周辺の災害の被災状況を知ることができ、二次災害軽減に役立つ。また、同様に温湿度計や気圧計を付することで、水素インフラを取り巻く気候状況を知ることができる。緻密に気温や気圧を観測することで、局所的豪雨などを観測することができる。</p>	<p>(ウ) 防災</p>

(3) その他

- *1: 東芝クリーンルームファーム機須賀(2015/04～2016/12)、冬季連続稼働試験(2015/01～2015/03)、山岳地域における泥流検知(2017/12～2018/09)など
- *2: Hiroaki Yamazaki et al, "A High Sensitivity MEMS Capacitive Hydrogen Sensor with Inverted T-Shaped Electrode and Ring-Shaped Palladium Alloy for Fast Response and Low Power Consumption", Journal of Micromechanics and Microengineering, Volume 28, Number 9, pp.1-9 (2018) 他2件
- *3: Hiroaki Yamazaki et al, "A high sensitivity MEMS capacitive hydrogen sensor with inverted T-shaped electrode and ring-shaped palladium", Proceeding of The 19th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems(Transducers2017), pp.226-229, June (2017) 他2件
- *4: http://www.sensorsymposium.org/2017/SS34_summary2.pdf
- *5: <http://www.city.kitakyushu.lg.jp/kankyoku/28900005.html>
- *6: <http://www.city.shunan.lg.jp/soshiki/32/2836.html>

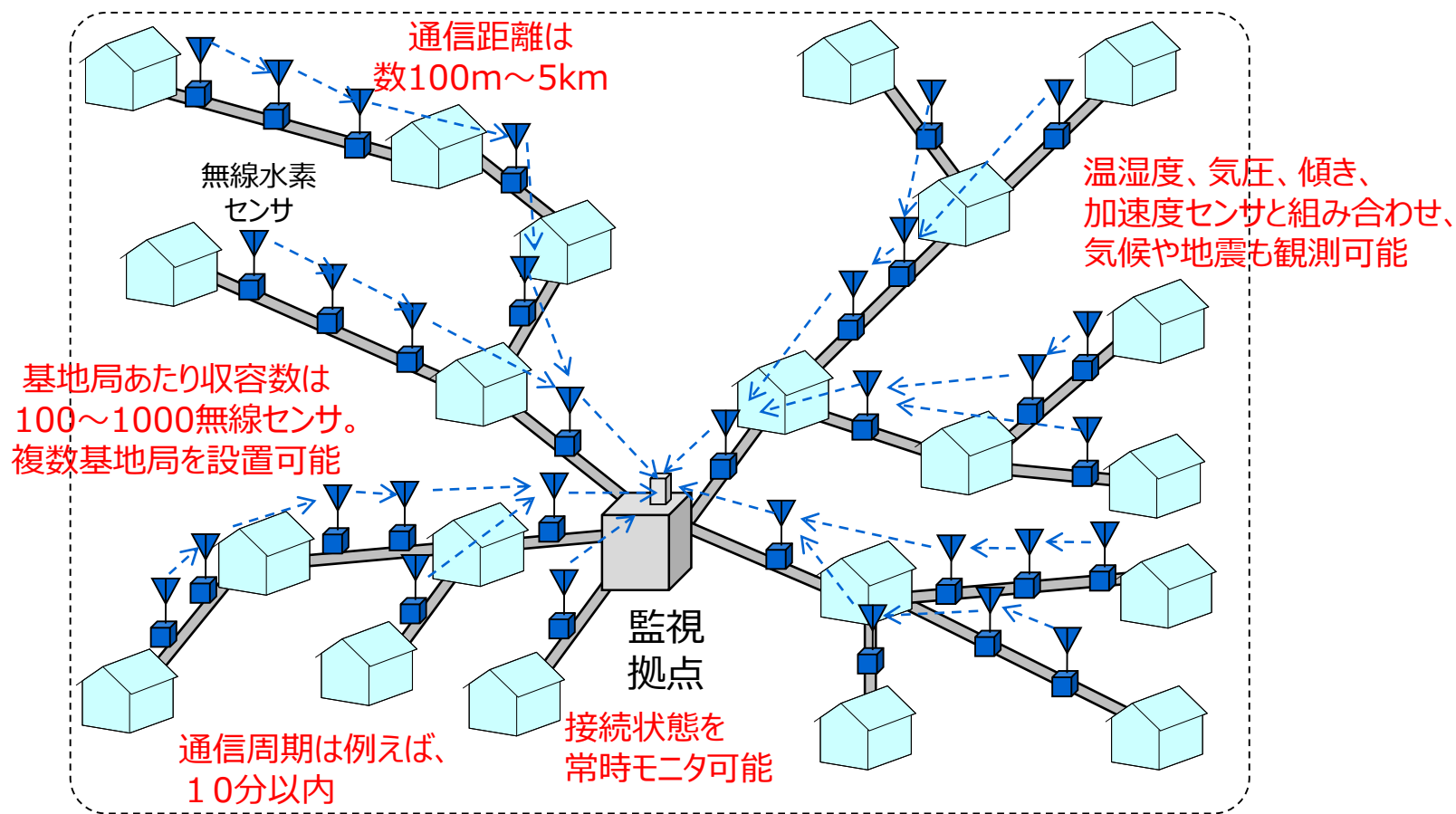
○部局名・担当者・連絡先(電話及びメール)

部局名	担当者	連絡先(電話)	連絡先(メール)
(株)東芝 産業政策渉外室 (株)東芝 研究開発センター	鎌田 芳幸 山崎 宏明	03-3457-8366 044-549-2856	yoshiyuki.kamata@toshiba.co.jp hiroaki.yamazaki@toshiba.co.jp

技術概要

Smart Safety Network(S2N)利用イメージ

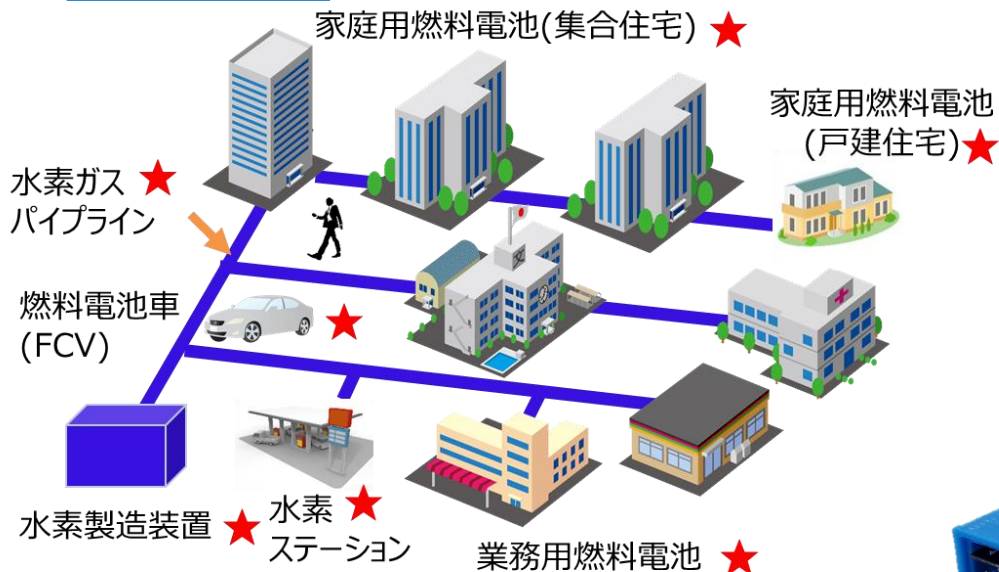
無線水素センサーネットワークにより 広域パイプラインでの水素漏洩を省電力で無人監視



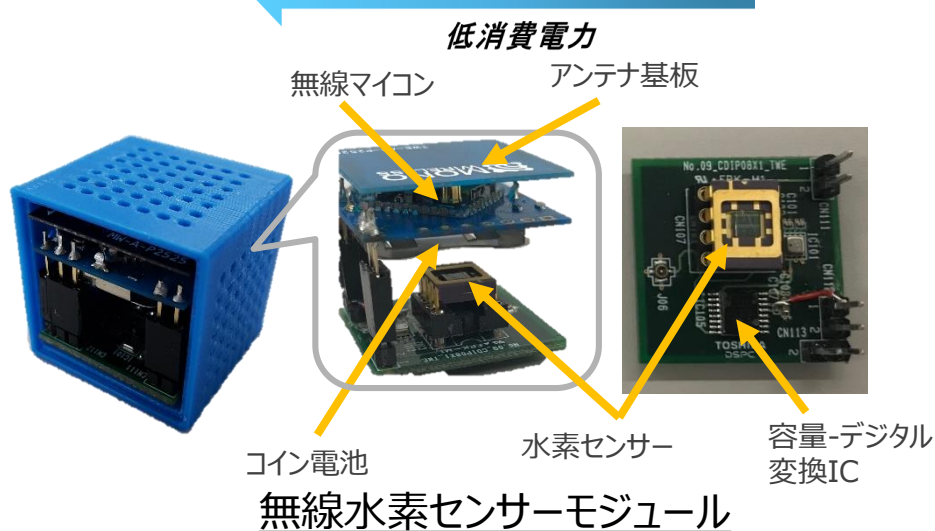
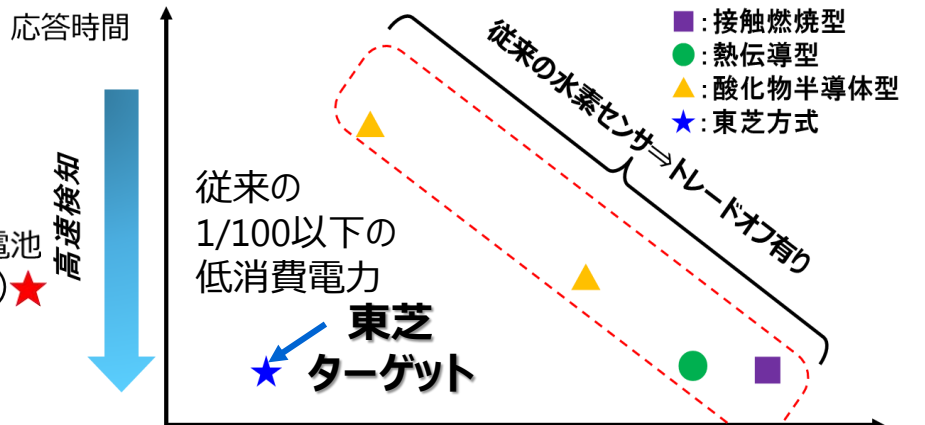
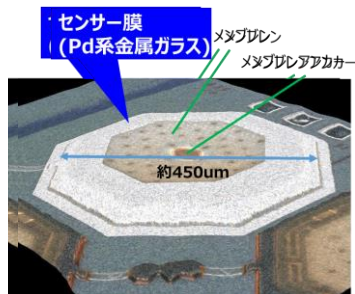
高速応答・省電力MEMS水素センサー概要

★水素センサーが 使われる箇所

水素社会のイメージ



- *1: NEDO水素エネルギー白書(2014)
- *2: 水素基本戦略(2017)
- *3: 資源エネルギー庁 第5次エネルギー基本計画(2018)



・地球温暖化やエネルギーセキュリティ⇒水素社会の実現への期待(*1,2,3)
 ・水素は可燃性ガス(4~75%vol. in air)であり、漏洩検知技術が重要
 ⇒東芝独自のMEMS+感応膜(Pd系金属ガラス)で高速検知・省電力を両立

省電力無線センサネットワーク

置くだけで10年間安定してデータ収集する無線センサネット

インフラ維持・監視等の要望

- ・ 敷設・維持コスト低減のためにケーブルレスに。
- ・ 機器交換までの**10年間**程度はメンテナンス不要に。
- ・ 広い障害物ある環境でも安定したデータ収集を。

本技術 の 特徴

- ① 電池で10年駆動
- ② データ収集率99.999%
- ③ ノード間の通信距離は5km以上

データの収集率は
99.999%以上(※)

電池交換は
10年に1回(※)

通信距離は5km以上(※)

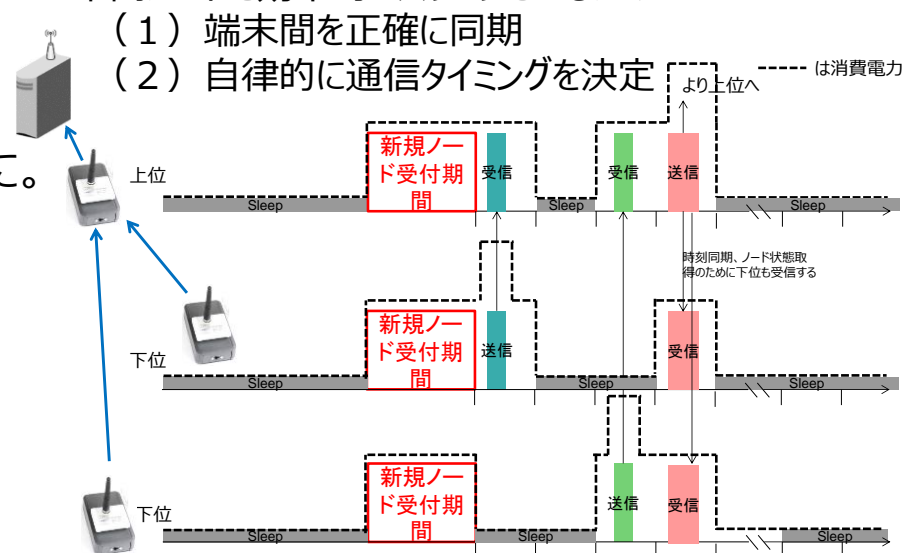
管理室の
サーバ

(監視対象の例)
都市、山や川、広大な農地、
大規模構造物、倉庫内の荷物、
建物の設備機器、
工場内の生産機械

(※)当社の試験環境における
試験結果から求めた推定値を含み、
性能をお約束するものではありません

中間ノードを効率的にスリープさせるために

- (1) 端末間を正確に同期
- (2) 自律的に通信タイミングを決定



技術の実績

水素センサー研究実績

論文誌

1. Hiroaki Yamazaki, Yumi Hayashi, Kei Masunishi, Daiki Ono and Tamio Ikehashi, “A High Sensitivity MEMS Capacitive Hydrogen Sensor with Inverted T-Shaped Electrode and Ring-Shaped Palladium Alloy for Fast Response and Low Power Consumption”, Journal of Micromechanics and Microengineering, Volume 28, Number 9, pp.1-9 (2018).
2. Yumi Hayashi, Hiroaki Yamazaki, Daiki Ono, Kei Masunishi, and Tamio Ikehashi, “Investigation of PdCuSi metallic glass film for hysteresis-free and fast response capacitive MEMS hydrogen sensors”, International Journal of Hydrogen Energy, Vol.43, No.19, pp.9438-9445 (2018)
3. 山崎宏明、林裕美、増西桂、小野大騎、池橋民雄 “Pd系金属ガラスを用いた高速応答・低消費電力容量型MEMS水素センサに関するレビュー”、電気学会論文誌E (IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines) 、Vol. 138、No.7、pp. 312-318 (2018)

国際学会発表

1. Hiroaki Yamazaki, Yumi Hayashi, Kei Masunishi, Daiki Ono and Tamio Ikehashi, “A HIGH SENSITIVITY MEMS CAPACITIVE HYDROGEN SENSOR WITH INVERTED T-SHAPED ELECTRODE AND RING-SHAPED PALLADIUM” , Proceeding of The 19th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems(Transducers2017), pp.226-229 (2017)
2. Yumi Hayashi, Hiroaki Yamazaki, Daiki Ono, Kei Masunishi and Tamio Ikehashi, “INVESTIGATION OF PD-CU-SI METALLIC GLASS FILM FOR HYSTERESIS-FREE AND FAST RESPONSE CAPACITIVE MEMS HYDROGEN SENSORS” , Proceeding of The 19th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems(Transducers2017), pp.311-314 (2017)
3. Hiroaki Yamazaki, Yumi Hayashi, Kei Masunishi, Daiki Ono, Tomohiro Saito and Akihiro Kojima, “Integrated MEMS Hydrogen Gas Sensor with PdCuSi-based Hydrogen Actuators and Micro Thermal Conductivity Detector”, Proceeding of The 17th International Meeting on Chemical Sensors (IMCS2018), pp.374-375, July (2018)

受賞

1. 電気学会第34回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 最優秀技術論文賞、“Pd系金属ガラスを用いた容量型MEMS水素センサー”、山崎宏明、林裕美、増西桂、小野大騎、池橋民雄 (2017)