

環境発電デバイスを用いた学校向け IoT システムの 要求事項及びその開発指針

Requirements for IoT systems for schools using energy harvesting devices and their development guidelines

序文

近年、地球温暖化、環境破壊などの問題が深刻化している。グローバルでは、環境に対する意識が高まり、省エネ、リサイクルなどの取組が進められている。我が国も、一層の環境への取り組みが重要である。

環境発電は、電磁誘導、太陽光、熱などの様々なエネルギーを利用して電気を生成する発電方式の総称である。これらの方式は、化石燃料を使わないため、二酸化炭素の排出量を減らすことが可能である。また、電力網に依存しないため、災害時及び停電時にも安定した電源となる。さらに、環境発電デバイスは、IoT（インターネット・オブ・シングス）と連携することで、エネルギーの管理及びその使用の効率化を可能にする。

学校は、子どもたちの教育の場であり、社会の未来を担う人材を育成する場でもある。そのため、学校に“環境発電デバイスを用いた学校向け IoT システム（以下、学校向け IoT システムという。）”を導入することは、次のようなメリットがある。

- 子どもたちに環境に対する意識及び知識を身につけさせることが可能となる。
- 学校のエネルギー消費を削減し、無駄をなくすることが可能となる。
- 学校の環境に応じた最適なエネルギー制御を行うことが可能となる。
- 学校の安全性及び快適性を向上させることが可能となる。

この規格の目的は、環境発電デバイスを用いた学校向け IoT システムの要求事項を規定すること、及びその開発において参考となる指針を提供することである。この規格では、システムの概要及び機能、デバイスの種類及び仕様、データの収集及び管理、セキュリティ、保守などについて記載する。

今後、この規格によるシステムが全国に広がり、教育現場からも我が国の環境意識の高まりに寄与するとともに、環境問題の解決に貢献することを期待する。

1 適用範囲

この規格は、環境発電デバイスを用いた学校向け IoT システムの要求事項を規定するとともに、それらシステムの開発に関するガイドラインを提供する。

注記 1 この規格の学校向け IoT システムとは、教室、体育館、校庭などの学校の教育空間における温度、湿度、空調などの物理的環境に関するシステムを意図している。教育用コンテンツの作成、

e-Learning などの教育内容に関するシステムを対象としていない。

注記 2 学校向け IoT システムの導入によって、次のような利点を期待することが可能である。

- 各教室の CO₂ 濃度, 温湿度などの室内環境を計測し, エアコンを自動制御することによって, 生徒が学業に集中できる環境づくりが実現可能となる。
- 人感センサー, 照度センサーなどと一元化し, 生徒の居残り確認, 照明の消し忘れなどを見える化し, 教職員の負荷を軽減することが可能となる。
- 各種センサーに環境発電型無線デバイスを用いることによって, 教室内に生徒がいないときのエアコン, 照明などの消し忘れを改善し, 電気使用量の削減が可能となる。
- 環境発電デバイスを用いることで導入後の電池交換が必要なく, メンテナンスが不要となる。
- 集中制御を配線工事不要で構築可能となる。
- 電気使用量削減することによる CO₂ 排出量の削減が可能となる。

学校向け IoT システムの実施例を**附属書 A**に示す。

2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成している。これらの引用規格のうち、西暦を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。

ARIB STD-T108:2023 920MHz 帯テレメータ用, テレコントロール用及びデータ伝送用無線設備

ISO/IEC 14543-3-10:2020, Information technology — Home electronic systems (HES) architecture — Part 3-10: Wireless short-packet (WSP) protocol optimized for energy harvesting — Architecture and lower layer protocols

ISO/IEC 14543-3-11:2016, Information technology — Home electronic systems (HES) architecture — Part 3-11: Frequency Modulated Wireless Short-Packet (FMWSP) protocol optimised for energy harvesting -- Architecture and lower layer protocols

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

3.1

環境発電 (energy harvest)

太陽光発電, 振動発電, 熱発電, 電磁誘導発電などの身の回りの小さなエネルギーを電気エネルギーに変換する技術又はそれによる回路

3.2

環境発電センサー

駆動に環境発電を用いた, 電池を必要としないセンサーで, 無線送信機能をもつもの

注釈 1 電気配線が不要で, 取り付けが容易という特徴をもつ。ただし, バックアップバッテリーとして, 電池を用いる場合がある。

3.3

環境発電デバイス

環境発電センサーとその無線信号を受信する環境発電受信機との総称

注釈 1 環境発電用受信機は、常にデータを待ち受けている必要があるため、一般に環境発電ではなく、DC 電源又は AC 電源によって動作する。

3.4

調査報告書

学校向け IoT システムを設計・開発するに当たって、あらかじめシステムの製造業者が学校内の設備・通信環境の状況を調査（以下、事前状況調査という。）し、その結果を報告書としてまとめたもの

3.5

学校向け IoT システム提案書

販売業者が学校（発注者）に提供できる学校向け IoT システム及びそれによるアプリケーション・サービスをいつまでにいくらで開発できるかを提案書としてまとめたもの

3.6

ゲートウェイ, GW

環境発電センサーの信号を受け取る受信機の機能とセンサーネットワークと異なるネットワークとの接続を行う機器

注釈 1 一般にゲートウェイとは、異なるネットワーク間を接続する機器であるが、この規格では、センサーネットワークと無線 LAN との接続を行う機器である。また、センサーネットワークの受信機能だけを GW と呼ぶことがある

3.7

アクセスポイント, AP

無線 LAN の信号を送受信する機器

注釈 1 無線 LAN からの信号を送受信するだけでなく、ルーターを内蔵（又は外付け）してインターネットに接続する場合がある。無線 LAN からの信号を、3G/LTE などの移動体通信の公衆データサービスによってインターネットに接続する機器もある。

3.8

導通確認

環境発電センサーからの情報を受信機（又は GW）で受けて、アクセスポイントを通してネットワークにつながっていることを確認すること

3.9

スマート赤外線 (IR) リモコン

無線 LAN 経由でエアコンなどを操作でき、学習機能があり、連携クラウドに存在するリモコンデータを更新することで、様々な赤外線通信対応の機器を操作することが可能なリモコン

3.10

センサーネットワーク

複数の環境発電センサー及び受信機（又は GW）を用いて接続したネットワーク

3.11

センシングデータ

環境発電センサーで取得したデータ

106 3.12

107 物理層

108 コンピュータネットワーク及び通信の分野で用いる用語であって、電気信号、光信号、電波などの物理
 109 的なエネルギーを使用してデータを送受信する機能

110 4 システムの要求事項

111 4.1 システムの構成

112 一般的な学校向け IoT システムの教室内の構成例を図 1 に示す。

113 学校向け IoT システムのサービス（アプリケーション）には、教室内の温度管理、湿度管理、空質管理
 114 (CO₂ など)、在室管理など多様なサービスが考えられる。

115 各教室には、学校向け IoT システムのサービスに応じて、適切な環境発電センサーを設置する。図 1 の
 116 例では、①温湿度センサー・二酸化炭素センサー、②窓の施錠検知センサー、③照度センサー及び④人感セ
 117 ンサーの環境発電センサーを設置している。⑤GW は環境発電センサーからの測定データを収集し、無線
 118 LAN を用いて⑥AP にデータを転送する。AP はインターネット経由でクラウドにセンシングデータを送信
 119 する。クラウドからは、⑧教室内エアコンの制御信号が AP の無線 LAN 経由で⑦スマート IR リモコンに
 120 送られ、エアコンを制御する。

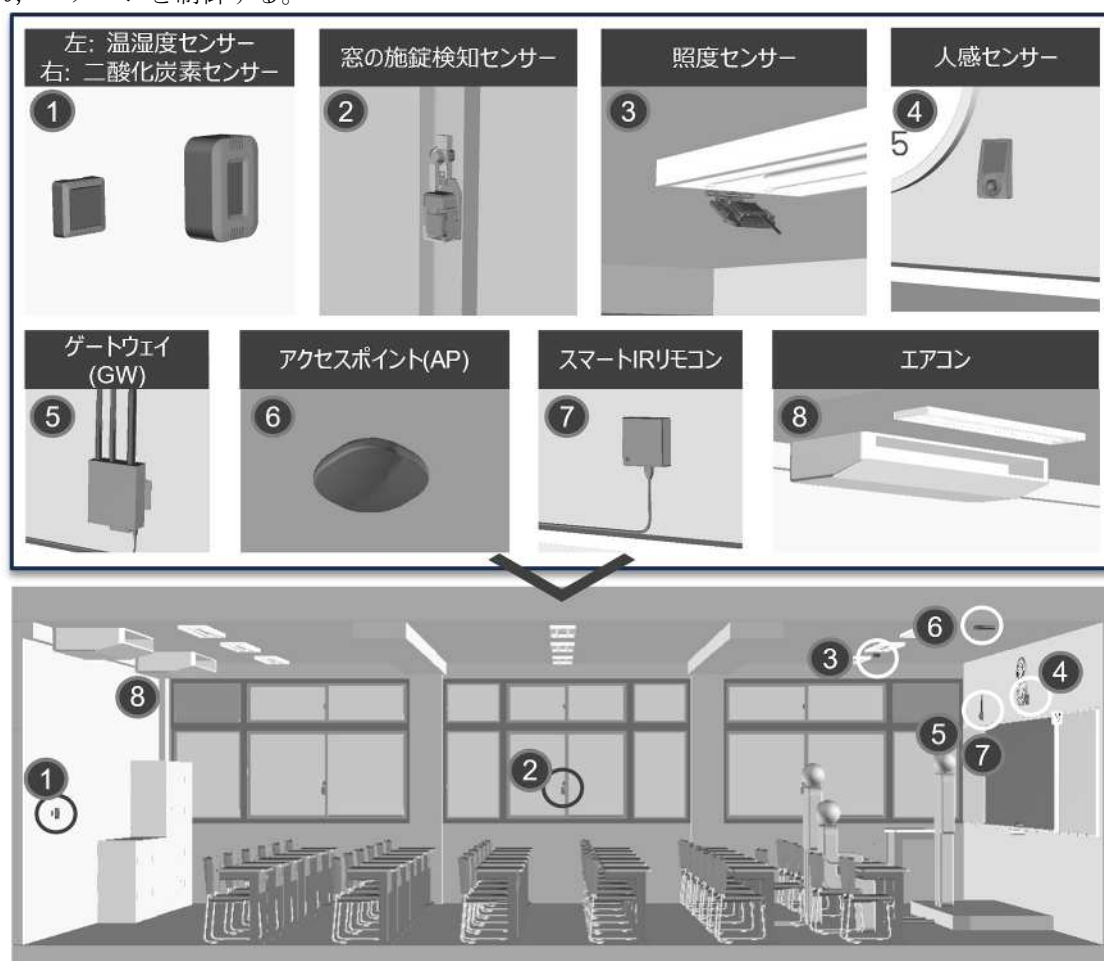


図 1ー学校向け IoT システムの教室内の構成例

4.2 システムの動作概要

学校向け IoT システムの動作を図 2 に基づいて説明する。

- a) 図 2 の環境発電センサー（図 1 の①～④に相当）から、教室内の無線によるセンサーネットワークを介して教室内の環境情報を送信する。
- 環境発電センサーは、温度などのセンシングデータをあらかじめプログラミングされたタイミングで送信するもので、双方向通信機能はもたないため、受信機側からの送達確認の信号が得られない。このため、数回の自動再送を行うことによってデータ消失を極力防止する。センサーの送信タイミングが一致（同期）してデータ衝突が発生しない様に、環境発電センサーの再送タイミングはランダム化を行っている。
- b) 教室内のセンサーネットワーク受信機は、不定期に発生する各種環境発電センサーからのセンシングデータを受信し、AP に送信する集線機能を果たす。受信するセンサーデータは不定期に発生するため、常に受信可能な状態である必要があるため、AC 電源又は DC 電源で動作する。図 2 の例では、無線 LAN を介して各環境発電センサーのデータは AP に送られるが、有線 LAN であってもよい。
- c) AP は、教室内の環境データをインターネット上のデータクラウドに送信する装置である。
- AP 及びセンサーネットワーク受信機は、常時動作であり AC 電源又は DC 電源を使用することもある。
- AP のインターネットの物理的な接続は、有線 LAN であっても無線 LAN であってもよい。また、セルラーネットワーク（3G/LTE など）によって AP からインターネットに接続してもよい。
- d) データクラウド上のアプリケーションによって、教室内のエアコンなどの機器の制御を行う。エアコンなどの制御を行うスマート IR リモコンは、連携クラウド内のエアコンの制御のリモコンデータを用いる。連携クラウドからのインターネット経由での教室エアコンの制御信号は、教室内の無線 LAN（センサーネットワークとは異なる。）を経由して、スマート IR リモコンに送られ、教室内のエアコンを制御する。

図 2 の例では、学校向け IoT システムによるセンサーデータの格納及びエアコンなどの制御、並びにそのエアコン用リモコンの API の管理をインターネット上のクラウドで実現している。

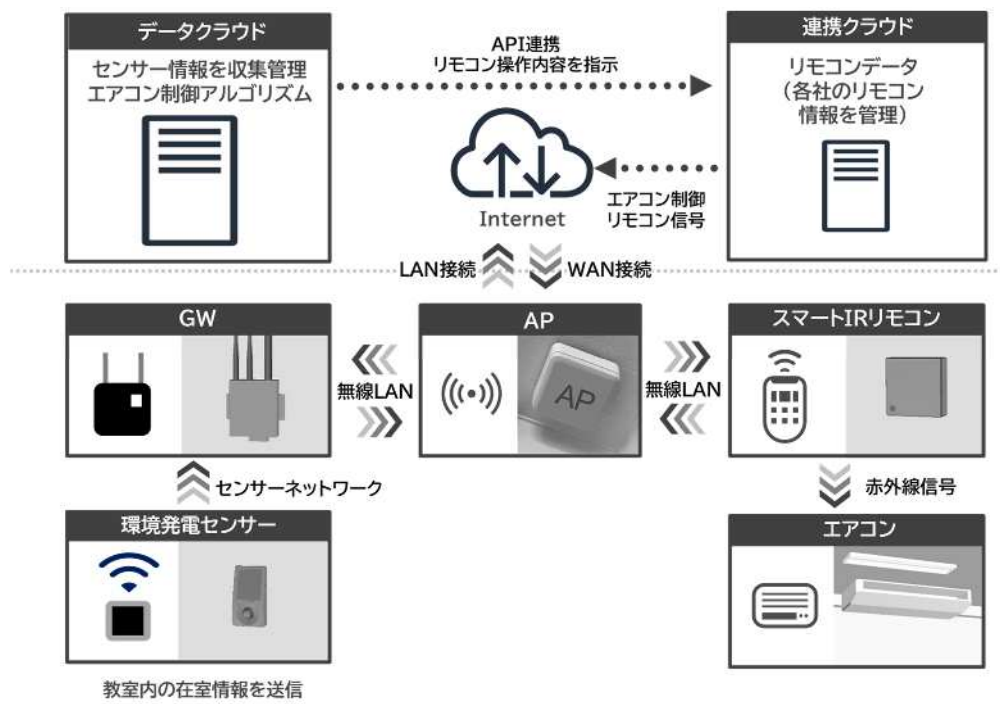


図 2ー学校 IoT システムの処理例

150
151

4.3 環境発電センサー

環境発電センサーは、図 3 に示す様に、環境発電部と温度、湿度、二酸化炭素濃度などの物理量を検出するセンサー部とを組み合わせ、さらに、外部に情報を取り出すための無線の送信機能及びプロトコル処理部からなる送信モジュールを組み合わせたものである。

各種環境発電センサーの詳細について、附属書 B を参照。

環境発電センサーの事例を表 1 に示す。

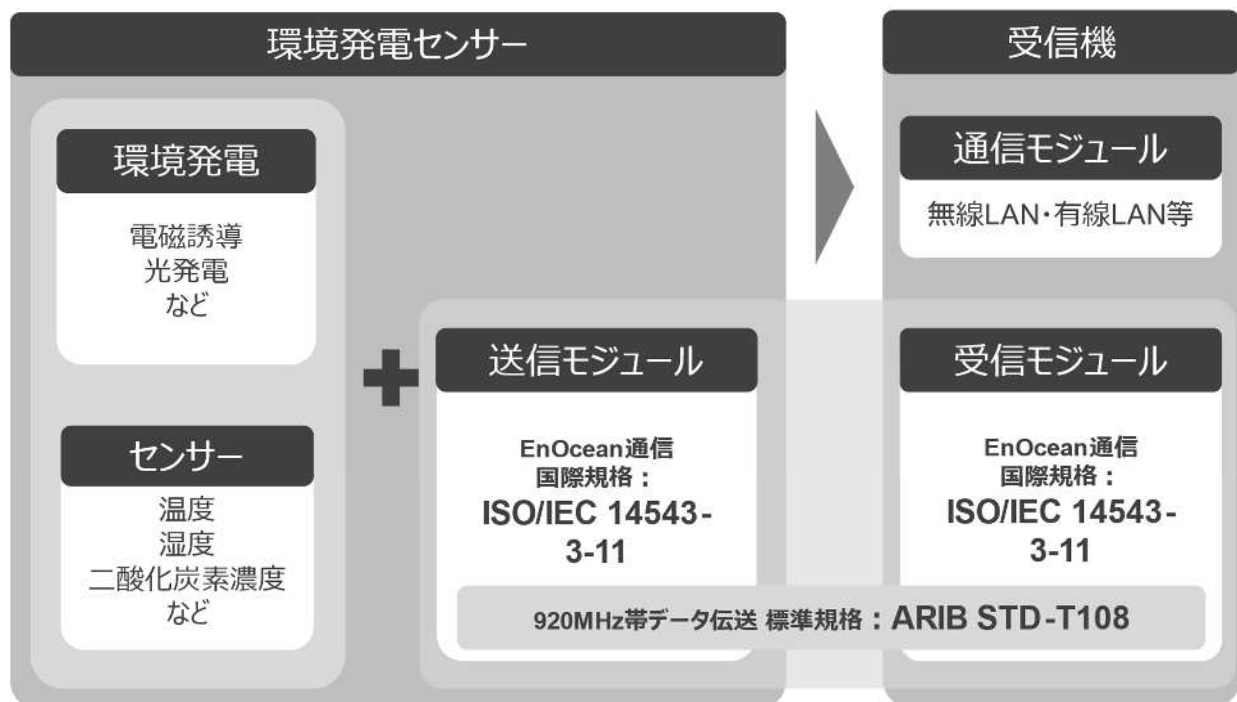
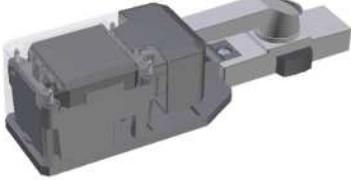


図 3—環境発電センサーの構成例

4.3 及び 4.4 に規定する標準規格を採用することによって、環境発電センサーのレベルでの互換性（故障したセンサーを取り換える際に、異なるメーカーでも使用可能）の維持を期待することが可能である。

164

表 1ー環境発電センサーの例

デバイス名	サイズ	発電方式	センシング情報
 マルチセンサー	48×48×15	光発電	温度 湿度 照度 その他(加速度、磁気検知等)
 二酸化炭素センサー	65×100×35	光発電	二酸化炭素濃度
 人感センサー	65×110×30	光発電	人の所在検知
 施錠検知センサー	48×90×42	光発電	施錠検知

165

166 4.4 センサーネットワーク

167 教室内の各種の環境発電センサーと GW との間は、センサーネットワークと呼ぶ無線ネットワークで接
168 続される。センサーの通信は送信だけ（単方向）である。

169 a) センサーネットワークの物理層は、次に適合しなければならない。技術適合性試験（技適）に合格す
170 るか、合格した無線モジュールを使用しなければならない。

171 **ARIB STD-T108**（周波数 928 MHz の無線規格）

172 b) センサーネットワークの環境発電センサーの送信モジュールと GW の受信モジュールとの間の通信に
173 は、物理層とともに次の通信プロトコルに従う（図 3 参照）。

174 **ISO / IEC 14543-3-11:2016**

175 環境発電センサーは、環境発電による僅かな電力によって無線通信を行う。このため、データの送信機
176 と受信機との間で安定した通信を実現するには、教室でのセンサーと送信機と受信機との距離及び配置

177 （高さ、向きなど）は重要であり、センサー（送信機）と受信機との間の無線リンクは高品質で安定した
178 ものでなければならない。

179 設計の際、事前に教室内の無線リンクの受信感度を試験機によって測定するか、実機によって導通確認
180 を実施する必要がある。

181 4.5 GW 及び AP

182 センサーネットワーク受信機は、不定期に発生する各種環境発電センサーからのセンシングデータを受
183 信し、AP に送信する集線機能を果たす。センサーデータは不定期に発生するため、センサー受信機及び
184 AP は、常に動作可能な状態である必要があり、AC 電源又は DC 電源によって動作させる。また、GW と
185 AP は一体の機器としてもよい。

186 AP は、教室内のセンサーデータをデータクラウドに送り、エアコンの制御信号をエアコン（IR リモコ
187 ン）に送る。

188 クラウドへのアクセスのための AP のインターネット接続は、有線・無線の LAN 経由であってもよく、
189 セルラーネットワーク（3G/LTE）によって AP からインターネットに接続してもよい。

190 4.6 データクラウド

191 教室内のセンサーデータを格納し、温湿度の管理（エアコンの制御）をする機能であり、図 2 の例では
192 クラウド上に実現している。

193 クラウドで実現する場合、インターネット接続については、適切な暗号化及びセキュリティ対策がなさ
194 れていなければならない。

195 データクラウドにおける教室管理のアプリケーションには、次のようなサービス例がある。

- 196 ・ 温湿度管理
- 197 ・ 空質管理
- 198 ・ 在室管理

199 図 2 の例では、エアコンを制御する場合、最後のリンクにエアコンに対応する赤外線リモコンで実現し
200 ている。また、各社の赤外線リモコンの差異を吸収する“連携クラウド”を介して赤外線リモコンの差異
201 を吸収している。

202 なお、学校用 IoT システム全体の相互運用性は、この規格の対象外である。異なるシステムを相互運用
203 する場合、環境発電センサーのデータ構造、制御方法などを事前に調整するとともに十分な相互接続試験
204 が必要である。

205 5 学校向け IoT システム開発の指針（ガイドライン）

206 5.1 一般

207 学校向け IoT システムの開発において、注意することが望ましい事項を指針（ガイドライン）として図
208 4 の順で 5.2 及び 5.3 に示す。

- a) 電気用品、ガス用品等の製品の IoT 化等については、経済産業省のガイドラインがある。十分に考慮することが望ましい。

“電気用品、ガス用品等製品の IoT 化等による安全確保の在り方に関するガイドラインについて”

https://www.meti.go.jp/product_safety/consumer/system/iot.html

- b) 学校の環境については、国、地方自治体などの法規が存在する。開発する学校向け IoT システムは、それらを遵守することを確認する。

注記 例えば、文部科学省の“学校保健安全法”には、“学校環境衛生基準”があり、教室などの換気、温度、相対湿度、気流、一酸化炭素、二酸化炭素、照明、騒音などの基準がある。

- c) 学校向け IoT システムには関係者が多く、システムを発注する地方自治体、教育委員会、学校法人など、使用者（オペレータ）である教職員、システムのサービスを受ける生徒・学生及びその保護者などのステークホルダーがある。

システム開発に着手する前の段階で、ステークホルダーへの影響を検討することが望ましい。

5.2 コンサルティング	5.3.1 設計	5.3.2 システム開発	5.3.3 施工	5.3.4 完了
-----------------	-------------	-----------------	-------------	-------------

図 4ー学校向け IoT システム現場導入までのフェーズ例

5.2 コンサルティング

製造業者・システムインテグレータ（SI 事業者）にとって、学校向け IoT システムを受注するには、

事業者から学校側にアプローチする場合と、学校側から事業者にアプローチがある場合とがある。

- a) 事業者からのアプローチ 開発事例を整理し、サービス内容、コストなどを分かりやすく説明する資料を準備する。
- b) 学校、教育委員会側からのアプローチ 幼稚園、学校などでは、幼児・生徒の安全確保、職員の職務改善などを目的に、省庁、公共団体からの教育施設に対する補助金がある場合があり、これを契機として学校向け IoT システムを発注することがある。学校、教育委員会などの発注者は、“提案依頼書”（RFP）という形で、学校向け IoT システムの提案を求めるので、応札する雛形を準備しておくことが望ましい。

学校向け IoT システムでは、環境発電センサーと受信機との安定した通信、及び教室内環境（温湿度、照度、電波受信状況、エアコン、既存無線設備など）の現地測定も必要なことがある。調査項目を特定したうえで、調査計画書を作成するとともに、顧客にその現地調査の実施の承諾、及び調査後は調査結果の確認を得ることが望ましい。また、教室の増設、拡張の計画、システムの拡張などについても確認することが望ましい。

a)及び b)のいずれにおいても、製造業者は学校設備の現状、顧客の困りごと及び要望（施工条件、完成時期の希望、コストなど）をヒアリングして、ヒアリングシートにまとめることが望ましい。調査結果をふまえて、学校向け IoT システムの構成及びそのサービス内容を提案する。

また、システムの設計・開発に進んでよいかの合意を書面を取り交わすことは重要である。

5.3 システム開発フェーズ

5.3.1～5.3.4 に学校 IoT システムを導入するまでのフェーズをまとめる。

5.3.1 設計

コンサルティング段階のヒアリング及び調査に基づき、製造業者が学校に提供できる学校向け IoT システム及びそれによるアプリケーション・サービスをいつまでにいくらかで開発できるかを提案書としてまとめる。

a) 要件定義

システムが満たさなければならに機能及び性能、制約条件などを明確に定義し、発注者との間で契約を交わす。

利用者の要求を正確に理解し、システム開発や導入後のトラブルを最小限にするために、要求事項の詳細化及びその優先順位の設定を行うのがよい。要件定義の成果物（システム提案書）は、システム開発プロジェクトのガイドラインとなり、その後の設計、開発、テストなどの基準となる。

デバイスの種類、数、設置場所、設置方法、通信環境、通信媒体、想定利用者数などが含まれる。

- 教室のレイアウト変更、追加にも対応できるようにすることが望ましい。
- 機器（特にセンサー類）の故障についても、保守交換を想定しておくことが望ましい。
- 教室内の活動によって、センサーの故障が発生する場合、設置位置についての再検討を考えることが望ましい。
- 外部インターネット上のクラウドにセンサーデータをアップロードし、制御アプリも実行する場合は、インターネットに障害が発生した場合の対策も検討しておくことが望ましい。

b) 計画及び体制構築

設計、開発、試験、施工などの開発計画書を作成し、各工程での要員・スキルを明確にしておく。

c) 設計資料及び技術仕様

レビュー、引継ぎ資料などになるので適切な時期にまとめる。

学校向け IoT システムの提案書及び要件定義書について、発注者と開発者との間でシステムの開発契約を行うことが望ましい。

5.3.2 システムの開発及び製造

a) 調査

- コンサルティング段階の調査結果に基づき（必要なら追加調査を実施）、センサー種類、数及び設置場所を決定し、さらに、GW 数、サービスを実現するアプリケーションを決定する。

一般的な教室における設置するデバイスの施工基準を**附属書 C**に示す。

- 要件定義に基づき GW 及びクラウドアプリのソフトウェアの概略仕様を決定する。

b) ハードウェア(HW)設計、ソフトウェア(SW)設計

- リソース計画に基づき、HW 技術者によって HW の設計を実施し、システム全体の統括責任者の承認
- リソース計画に基づき、SW 技術者によって SW の設計を実施し、システム全体の統括責任者の承認
- 設計承認として、顧客との間でシステム設計の承認を得るようにすることが望ましい。

c) HW 製造、SW 製造

- HW・SW の外部仕様書に従って、指定種類のデバイスの製造又は購入を実施。
- HW・SW の結合試験を実施する。bug が発生する場合は迅速に対策を実施。

282 d) 施工マニュアル

283 開発部門において、システムの現地施工のマニュアル作成が望ましい。

284 マニュアルには写真、図、表など視覚的な情報を多く取り入れることが望ましい。

285 e) システムテスト

286 環境発電センサー，受信機，AP，クラウド上のアプリケーションなどの構成要素を組み上げて，全
287 体のシステムとして試験及びアプリケーションの全ての試験を実施することが望ましい。

288 5.3.3 施工

289 施工マニュアルに従って，各教室などにてセンサー及び設備を施工する。

290 ・ 施工責任者が，設置現場においてネットワーク上でセンサーの情報が伝達できていることを確認する
291 ことが望ましい。

292 ・ 現地での現地導通確認などによってセンサーの設置位置などに不具合が発見されれば，施工責任者の
293 判断で位置を調整してもよいが，設計部門にフィードバックすることが望ましい。

294 5.3.4 完了

295 a) システムデモ

296 システムの発注者或いは代理人の立会のもとにシステム販売業者は，学校向け IoT システム提案書
297 及び要件定義書に記載の機能について動作の確認を行う。

298 b) 引き渡し

299 システムデモ及びシステム試験の結果報告書から，事業者は発注者からの承認を書面にて得ること
300 が望ましい。また，完成図書を作成し提出することが望ましい。

301 c) オペレーションの教育

302 システムを操作する教職員に対する教育を実施することが望ましい。操作する教職員が参照できる
303 操作マニュアルを準備することが望ましい。

304 通信障害，セキュリティ異常などでインターネットに接続できない異常時の処理（例えば，システ
305 ムによらずマニュアルでエアコンなどを停止し安全状態にする。）も，マニュアル化しておくことが望
306 ましい。

307 6 付帯事項

308 a) 保守

309 システムの保証期間は，1 年とすることが望ましい。また，デバイス類に関しては最低 1 年間の保
310 障とすることが望ましい。

311 ただし，月額費用の発生するサービス形態に関してはその限りではない。

312 保守に関しては契約書の内容に従う。

313 b) システム評価，フィードバック及び改善方法

314 学校向け IoT システムの購入者・発注者とそのシステムの利用者とは異なる場合がある。システム
315 の購入者は，学校法人などであるが，使用者は教職員，生徒などになる。

316 これらはステークホルダーによって，システムの評価が異なる場合があるので，広く意見を集め，
317 定期的に納入システムの改善，又は新たなシステムの設計にフィードバックすることが望ましい。

318

附属書 A

(参考)

学校向け IoT システムの実施例

A.1 概要

神奈川県为学校法人において、教室に電池レスデバイス及び受信機、スマート IR リモコンを設置し、エアコンの自動制御、及び各教室の戸締まり有無の確認を手元端末（スマホ、タブレット、ノートパソコンなど）で実施した。

実施期間：2022 年 2 月～継続中（数値などは 2023 年 12 月末までのもの）

A.2 システム構成

各教室には次のデバイスを設置した。

設置教室数：39 教室

表 A.1-1 教室当りの機器数量

	デバイス名	個数／教室 (台)
1	温湿度センサー	1
2	照度センサー	1
3	二酸化炭素センサー	1
4	人感センサー	1
5	スマート IR リモコン	1
6	GW	1
7	窓の施錠検知センサー ^{a)}	3

注 ^{a)} 窓の施錠検知センサーは 1 階の教室にだけ設置した。

A.3 提供するサービス

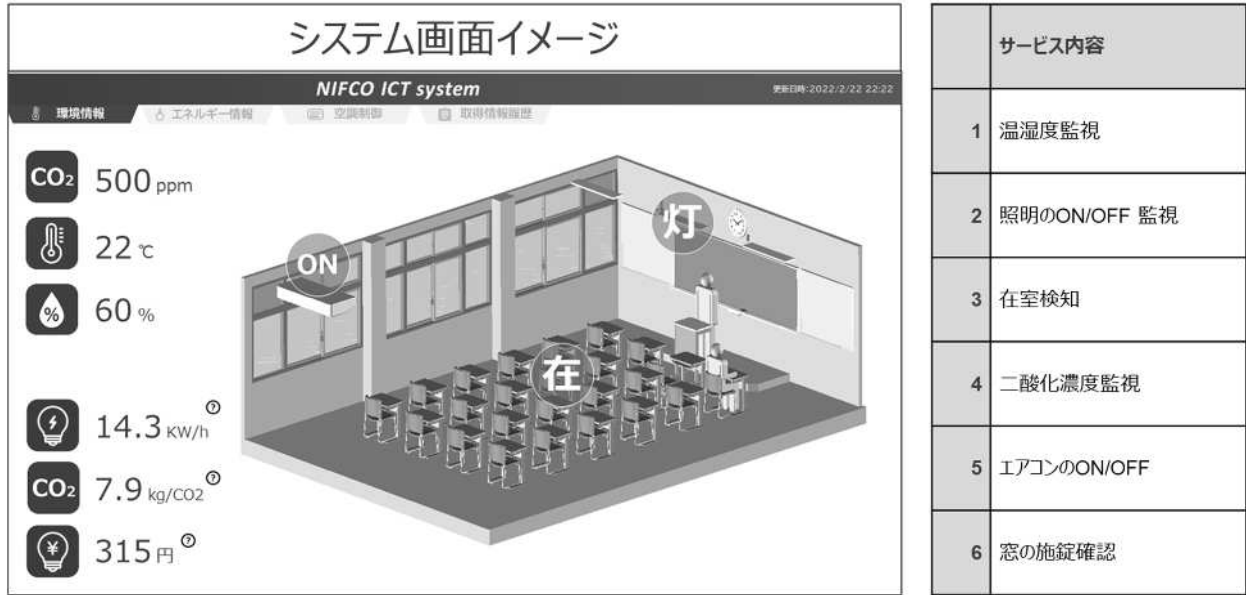


図 A.2ーシステム画面イメージ及びサービス内容

A.4 評価及び今後の展開

・ 効果 1

39 教室 合計時間 3,319 時間のエアコン自動 OFF を実現（表 A.2 参照）。

表 A.3ーシステム導入時の効果実績

	'23.2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合計
自動停止時間 (時間) ^{a)}	474	非稼働	非稼働	非稼働	437	1,131	749	527	非稼働	非稼働	3,319
削減電力量 (kWh) ^{b)}	3,316				3,060	7,918	5,245	3,692			23,231
削減金額 (円) ^{c)}	73,403				67,728	175,265	116,093	81,724			514,214
CO2 削減量 (Kg) ^{d)}	1,532				1,414	3,658	2,423	1,706			10,733

注 ^{a)} 在室検知によって、不在を検知しエアコンの作動を停止した時間で算出
注 ^{b)} 削減電力量は、エアコンの消費電力とエアコンの設置数とを用いて算出
注 ^{c)} 削減金額は、電気料金単価を 22 円/kWh で算出
注 ^{d)} CO2 排出量は、CO2 排出係数 0.462 kg-CO2/kWh で算出

効果 2

システム導入による教職員の工数削減効果（図 A.2）及び評価（表 A.3）を示す。

システム導入によって，見回り工数が 30 分から 10 分に短縮



図 A.4－システム導入前後の工数効果

表 A.5－教職員からの評価

ご意見
校舎の見回りを行う前にある程度確認ができるようになったのは助かります。
極端に冷房が効きすぎている教室が減った。
生徒がリモコンを操作して勝手にエアコンを付けることがなくなった。

附属書 B
(規定)

教室に設置する環境発電センサーの要求事項

B.1 一般

学校の教室内に設置する環境発電センサーに関する要求事項を参考に示す。
一般的な環境下を想定しており、過酷な環境（温湿度が国内の平均から大きく外れた場所、物理的に破壊される環境）などでの想定は除外する。

B.2 正常動作環境(共通)

この規格で使用するデバイスは、表 B.1 の条件において正常に作動するものを採用する。
項番 1~5 に関しては附属書 D を元に評価を実施する。

表 B.1—環境発電デバイスの使用条件

項番	項目	基準
1	温度	− 5 °C~45 °C
2	湿度	0 %rh~90 %rh
3	防水性	不要
4	防塵性	黒板付近での仕様に限り，IP5X 相当
5	電波到達距離 ^{a)}	10 m 距離で −80 dbm 以上
6	輸送 ^{b)}	制限は対数掃引振動試験レベル 3
7	落下 ^{b)}	落下試験レベルⅢ
8	発電 ^{c)}	300 lux で発電

- 注 a) 環境発電センサーのサンプルによって、電波暗室にて電波到達距離を測定し、10 m の距離で受信感度-80 dbm 以上を 10 回送信して 10 回達成しなければならない。
また、アンテナの利得がある場合は、施工者に分かるように報告する。取扱説明書に記載してもよい。
- 注 b) 製造元から提供先付近までを想定した実運送会社を用いた、輸送試験（往復 3 回以上）を実施して、代用することも可能である。
- 注 c) 光発電を使用する場合は、300 lux 以下で発電することを推奨する。
極端に光が入りにくい環境を考慮して、電池式での対応も可能とする。ただし、3 年間は電池の交換不要のものを採用する。

B.3 デバイスに求める仕様

この規格で使用する環境発電デバイスに求める仕様は表 B.2 に適合しなければならない。
この仕様は、全数検査を要求してはいない。

368

369

表 B.2ーデバイスなどの仕様（例）

項番	デバイス種別	仕様の項目	性能値
1	温湿度センサー	温度	−20℃～60℃
		湿度	0 %rh～100 %rh
		送信ピッチ	5 分以下
2	照度センサー	照度	0～63 000 lux
		送信ピッチ	5 分以下
3	二酸化炭素センサー	CO ₂ 濃度	500 ppm～2 250 ppm
		送信ピッチ	5 分以下
4	人感センサー	検出範囲	幅 7 m 以上，奥行き 8 m 以下で検出率 80 %以上
		送信ピッチ	5 分以下
5	受信機	受信可能電波規格	ARIB STD-T108
		センサー許容数	30 個以上
6	スマート IR リモコン	エアコン操作可能距離	直線距離 8 m 以上
		学習機能	連携クラウドにエアコンデータを学習させられる

370

371

372

附属書 C
(参考)
設置するデバイスの施工基準

C.1 概要

この規格で使用する環境発電デバイスは、環境エネルギーによる僅かな電力によって無線通信を行うため、データ送信側のセンサーと受信機との間での安定した通信を実現するには、教室内でのセンサーと受信機との距離及び配置は重要である。

教育用 IoT システムにおいて、教室の大きさは大教室・体育館などの多種にわたり、室内の電波環境もじゅう（什）器などの配置によって変化するが、一般的な〇年〇組で呼称する教室に適用する場合の設置基準の参考例を表 C.1 に示す。

表 C.1ー環境発電デバイス他の設置例

項番	センサー名	項目	基準
1	温湿度センサー	高さ	小学校：1.0 m ～ 2.0 m
			中学校：1.2 m ～ 2.0 m
			高校：1.3 m ～ 2.0 m
		位置	教室の後方
		取付方法	当事者間の合意で、確実に固定可能な方法を採用する（両面テープ貼付けの場合もある。）。
2	照度センサー	位置	照明付近
		方法	当事者間の合意で、確実に固定可能な方法を採用する（両面テープ貼付けの場合もある。）。
3	CO ₂ センサー	高さ	小学校：1.0 m ～ 2.0 m
			中学校：1.2 m ～ 2.0 m
			高校：1.3 m ～ 2.0 m
		位置	教室後方
		取付方法	当事者間の合意で、確実に固定可能な方法を採用する（両面テープ貼付けの場合もある。）。
4	人感センサー	高さ	黒板の上方の壁に設置
		位置	できる限り教室の黒板の上に取り付ける。
		取付方法	当事者間の合意で、確実に固定可能な方法を採用する（両面テープ貼付けの場合もある。）。
5	スマート IR リモコン	位置	エアコンの赤外線受光部に届く位置に設置
		取付方法	当事者間の合意で、確実に固定可能な方法を採用する（両面テープ貼付けの場合もある。）。
6	GW	高さ	1.68 m 以上の高さに設置
		位置	教室前方
		取付方法	当事者間の合意で、確実に固定可能な方法を採用する（両面テープ貼付けの場合もある。）。

附属書 D

(参考)

設置するデバイスの評価方法

D.1 概要

この附属書は、附属書 B に規定した環境に応じた評価方法を定義する。

D.2 評価方法及び判断基準

各デバイスの評価方法及び判断基準は、表 D.1 とする。

表 D.1－評価方法

項番	項目	評価方法	判断基準
1	温度湿度	指定の温湿度状態での放置後に指定の環境状態で動作を確認する。	センサー主機能が問題なく動作する。
2	防水性	JIS C 0920 “電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)” による評価を実施し、使用する環境に対応する保護等級 (IP) を満足する	センサー主機能が問題なく動作する。
3	防塵性	JIS C 0920 “電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)” による評価を実施し、使用される環境に合わせて保護等級 (IP) を満足する。	センサー主機能が問題なく動作する。
4	電波強度	電波暗室内にて、直線距離 10 m で電波強度を測定する。 受信側はスペクトルアナライザーにつないだアンテナを用いて、電波強度を測定する。現場で使用する受信機を用いた評価でもよい。	-80 dbm 以上

D.2.1 温度湿度評価

温湿度動作評価方法に関しては次の内容で評価を実施する。

- **高温放置評価** 高温放置評価方法は、製品を高温の中に 1 時間以上放置した後、常温において 24 時間経過後、主機能が問題なく動作することを確認する。放置温度は、表 D.2 の温度とする。
- **低温放置評価** 低温放置評価方法は、製品を低温の中に 1 時間以上放置した後、常温において 24 時間経過後、主機能が問題なく動作することを確認する。放置温度は表 D.2 の温度とする。
- **高温作動評価** 高温作動評価方法は、製品を高温の中に 1 時間以上放置した後、高温状態（又は恒温槽から取り出し直後）で主機能が問題なく動作することを確認する。放置温度は表 D.2 の温度とする。
- **低温作動評価** 低温作動評価方法は、製品を低温の中に 1 時間以上放置した後、低温状態(または恒温槽から取り出し直後)で主機能が問題なく動作することを確認する。放置温度は、表 D.2 の温度とする。

406
407

表 D.2—温度湿度評価の条件

	高温放置評価	低温放置評価	高温作動評価	低温作動評価
温度	70 °C	− 20 °C	35 °C	− 15 °C
湿度	99 %rh	−	99 %rh	−
放置時間	1 時間以上			
評価環境	常温	常温	35 °C (取出し直後)	−15 °C (取出し直後)

408

409 **D.2.2 防水性**

410 防水性能は **JIS C 0920** “電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)” による評価を実施する。
411 屋内に設置する場合は不要だが、屋外に設置する場合は、最低でも IPX5 相当を満足するのが望ましい。

412 **D.2.3 防塵性**

413 防水性能は **JIS C 0920** “電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)” による評価を実施する。
414 屋内の黒板の近く、又は屋外に設置する場合は IP5X 相当を満足するのが望ましい。ただし、教室内の黒
415 板から離れたチョークの粉じん（塵）の影響を受けない場所に設置する場合は、その限りではない。

416

417 **D.2.4 電波強度**

418 電波暗室内で受信アンテナを用いて測定する。センサーと受信機との高さは 1.5 m、かつ、受信アンテナ
419 からセンサーまでの距離を 10 m として測定する。センサーのアンテナ性能上、電波が効率的に到達する
420 向きが存在する場合は、向きを変えて電波強度を測定する。

421

422

423

424

425 **参考文献**

426 **JIS C 0920** “電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)

427 三浦学苑高等学校での実証実験：

428 <https://www.nifco.com/news/detail/ntnnpi0000000411.html>

429