

No.6	提 案 名 : Smarter City 宇都宮	
	提案団体名 : 宇都宮 LRT 学生団体	
	所 属 : 宇都宮大学大学院 工学研究科 電気電子システム工学専攻	
	代 表 者 : 西井将騎	指 導 教 員 : 長田哲平

1 提案の要旨

現在注視される社会の課題の 1 つに化石燃料の枯渇がある。これによるエネルギーの枯渇問題は QOL(Quality Of Life,生活の質)低下に直結し、その対応策が模索されている。

また、日本国内のエネルギー自給率は低く、エネルギー源は輸入に頼っている現状である。しかし世界全体のエネルギー源は減少傾向にあり、輸入に頼る日本は今後エネルギーの供給に不安がある。したがって、限られたエネルギー資源を有効活用する必要がある。

そこで本提案では宇都宮市のスマートシティ化を考案する。エネルギー問題を皮切りに、有限物資・人材の有効活用等スマート化を提案する。対策がなければ低下してしまう宇都宮市民の QOL を維持し、また多角的なスマート化により QOL のさらなる向上を目指す。

2 提案の目標

エネルギー問題を主題にスマートシティの考え方を提唱。宇都宮市としてさらなる意識改革の一助となることを目標とする。

また同市計画のネットワーク型コンパクトシティ形成や、LRT 計画を 120%活かせるまちづくりを提案。次代の宇都宮に向け、コンパクトシティ形成に併用して実施できる提案を行う。

私たちがらしい
LRT 学生団体らしい

これからの
20 年先の

『みや暮らし』
質の高い暮らし

3 現状の分析と課題

3-1 市民 QOL とエネルギー問題

2017 年に行われた第 50 回市政に関する世論調査^[3]では、宇都宮市に対する感じ方の項で「好き」「どちらかといえば好き」と回答した市民が 90%を超え、行政への不満度が低いことが考察できる。この傾向は東日本大震災が起こった平成 23 年の前後でも変化がなく、社会・情報インフラや市政に対し真の意味で満足が得られていることが分かる。

ここで内閣府の世論調査で得られた物の豊かさと心の豊かさに関する調査結果を図 3-1 に示す^[1]。図 3-1 から国民単位で物には満足していることが分かる。つまり“物”の側面であれば国として高い QOL を得られている。“物”とは車や携帯電話に代表される。

ここで観点を変えると、これらは何らかのエネルギーによって動いている。つまり、エネルギーが不足することは“物”への満足度が低下することを表す。今、ASPO(The Association for the Study of Peak Oil and Gas)の予測データをもとに石油生産量の採掘量を図3-2に示す[2]。このグラフから人類が一次エネルギーの利用ピークを迎えていることが分かる。よって今後使用可能エネルギーが減少していくことが推測され、現在の大学生が経済の主体となるであろう2030~2050年にQOLを維持することが困難だと分かる。

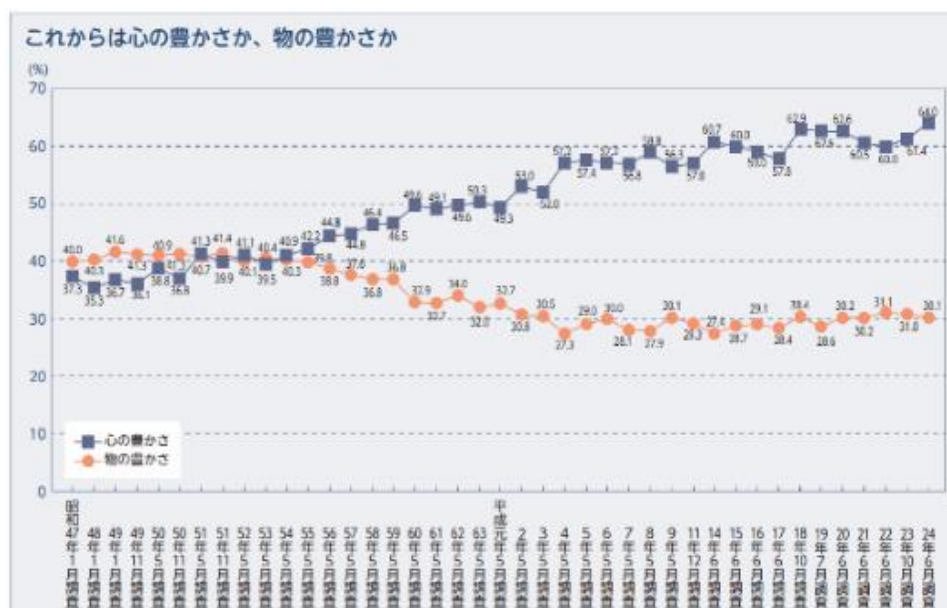


図 3-1 これからの豊かさへの意識

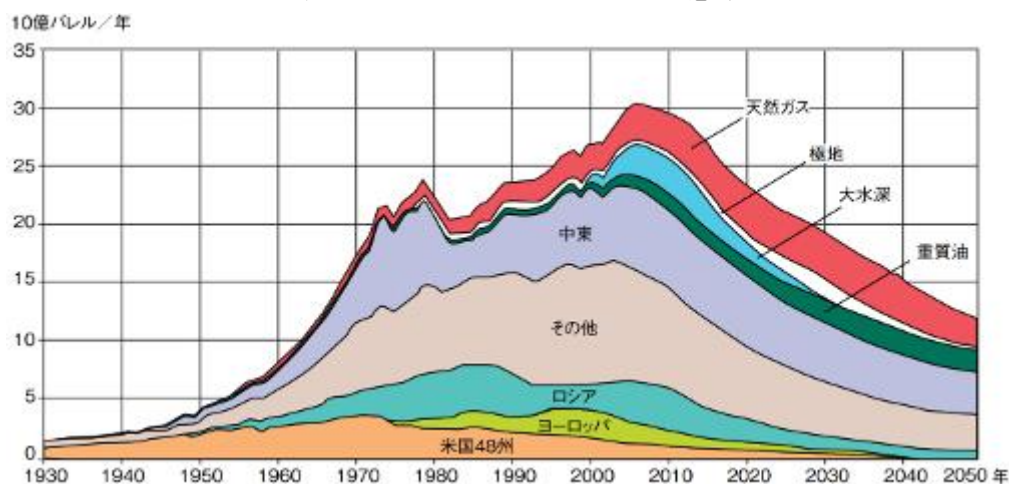


図 3-2 ASPO による石油生産予測

以上の背景から、近年はエネルギーを石油等から電気に移行する潮流がある。電気エネルギーは太陽光や水力と言った再生可能エネルギーから作ることが可能で、使い切りの一次エネルギーと比較し優位性がある。一方で電気エネルギーは貯蓄が難しく、常に発電しなければいけない。また再生可能エネルギーから発電できる電力量は一次エネルギーと比較し少なく、環境変化に依存して発電量が変化することも課題である。したがって発電には一次

エネルギーと再生可能エネルギーの併用が望まれる。

以上より、現在同様の QOL を維持するためにはエネルギーの適正利用が絶対条件である。

3-2 宇都宮市交通と LRT

先述の宇都宮市に対する感じ方の調査^[3]にて、宇都宮の嫌いを嫌いな理由の半数は「交通マナーの悪さ」や「交通渋滞の多さ」等交通関係が占めている。

交通に関して、宇都宮市では次世代型モビリティとして注目される LRT(Light

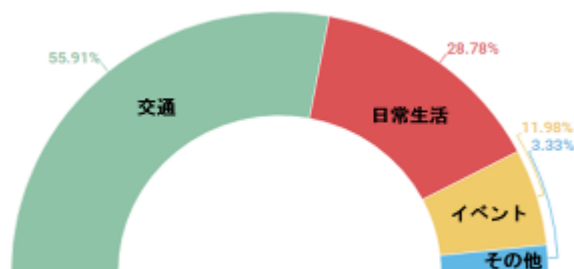


図 3-3 宇都宮市嫌いな理由

Rail Transit)の導入計画及び建設を行っている。LRT は交通渋滞解消のみならず、宇都宮市が形成を目指すネットワーク型コンパクトシティ(以下、NCC)構築の軸となっている。NCC の礎であるコンパクトシティ形成の計画には先例があり、ここでは富山市と青森市を分析する。

富山市は宇都宮市同様、人口減少や少子高齢化問題を抱えた地方都市である。解決策として LRT をはじめとした公共交通を建設、自動車の利用を抑制することにより都市拡散を防ぎ、コンパクトなまちづくりを推進した。結果として中心部の景観は飛躍的に向上し、公共交通の利用率も増加したと日本経済新聞社は報じた。一方で同市人口は約 41 万人に対して LRT 利用者が 5276 人/日であり、若い世代の移動手段は未だ自動車が主流であることも調査結果から判明している。

青森市でも他市同様の背景からコンパクトシティ政策を進めてきた。しかし同市は政策を推進する市長の落選から、計画が迷走した経験がある。市長落選の背景には「一極集中型の都市に対する抵抗」や「除雪車が郊外まで来ない」といった短期的且つ局所的な考えが市民間で膨らんでしまった実情がある。つまり、青森市は市民合意を十分に得た上での長期的計画頓挫がコンパクトシティ化を妨げた。

以上より宇都宮 LRT を 100%使いこなすためには、交通渋滞解消が住民の LRT へのイメージとなるだけでは不十分である。LRT の存在意義と本質の理解を住民に促し、コンパクトシティ形成の長期的で明確な戦略を発信していく必要がある。

3-3.日本の電力マネジメントと EMS

日本は東日本大震災以降、発電の多くを火力に依存している。本章 1 節で述べた通りエネルギー問題は深刻で、適正利用が強く望まれている。そこで EMS(Energy Management System)という考え方がある。EMS は各所での電力やガス、その他エネルギーを可視化・制御することによるエネルギーの合理的利用を促進するシステムである。宇都宮市では特に「暮らし」に重点を置くので、ここでは一般住宅に特化した HEMS(Home Energy

Management System)を分析する。

日本では 2010 年より 5 年間、モデル都市を選定して次世代型都市の地域検証を行った。その中で北九州市は特に HEMS による電力ピークカットの検証を行っている[4]。

電力は人々が活動する日中に特に需要が高まる傾向がある。ピークカットはこれに対し顧客側、つまり我々市民が電力使用量を減らすことで需要のピークを抑えるエネルギー対策である。

同市の実験によると HEMS 導入によるピークカット効果は 82.3%(蓄電池あり),4.0%(蓄電池無し)であり、システム導入により電力の賢い利用を達成できていることが分かる。

ここで、東京電力提供のデータを用いて一般住宅で削減可能な電力量、および電気代を試算する。図 3-4■に示す曲線は、ある一般家庭の夏季エアコン使用時電力利用(1 日当たり)例である。対して●で示す線は HEMS 導入により 8~20 時で 4%のピークカットを、▲で示す線は HEMS+蓄電池導入により 8~20 時で 80%のピークカットを達成したと仮定した際の曲線である。

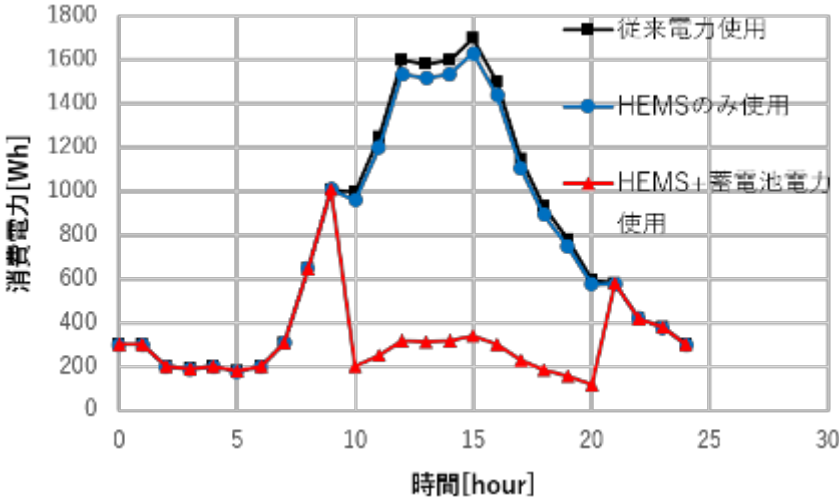


図 3-4 HEMS 導入による 80%ピークカット時電力消費

図中の■と▲を比較して分かるように、HEMS と蓄電池を導入した際のピークカット効果は著しい。対して■と●を比較して HEMS のみの電力削減率は前者と比べ小さいが、電力を「見える化」し住民の意識を変えただけでもエネルギー適正利用への意識が高まっていることを確認できる。

一方で、同システムは初期投資が必要である。HEMS 導入に際する費用の一例を表 3-1 に示す。

表 3-1 1 世帯当たり非オール電化住宅 HEMS 導入費用例(単位:円)

名称	用途	価格
エネルギー計測ユニット	使用電力の計算	56,000
情報収集ユニット	各機器使用電力情報収集	51,000
ヒートポンプ式冷温水システム	給湯器専用通信機器	14,000

冷蔵庫用アダプタ	冷蔵庫専用計算機	13,000
エアフロー換気システム	室内換気システム	15,000
	計	149,000

平成 26 年までは住宅エコポイント等インセンティブの付与があり、太陽光パネルの設置などが進んだ。しかし現状ではシステム導入に際する補助金のごくわずかであり、導入に踏み切れないことが現実である。電気学会による報告では「日本の EMS 技術は他国に比べ高いが、それらを十分に生かせる環境にない」と記している[5]。

以上より、HEMS 導入によって電力の賢い利用と電気代の大幅な削減に大きく貢献する一方、初期投資額の大きさやそれらに対する補助の不足により導入が遅れているという課題がある。

3-4 平出町電停の潜在能力

平出町電停は宇都宮 LRT の電停で、トランジットセンターの 1 つである。同地は車両基地が設置されるような広大な土地を有しており、新国道 4 号線との交差するポイントに位置する[6]。(図 3-4)トランジットセンターとしての機能はパーク&ライド、キス&ライド、地域内交通の乗り換えが検討されている。

当電停はその特徴から、多くの人が通過することが予測される。よって魅力的な建造物やインパクトのあるランドマーク等が存在することにより、「行ってみよう!」と求心力が働く。よって平出町電停の立地は無限のポテンシャルを秘めており、LRT 利用率の増加や宇都宮市の情報を発信できる場所に成り得ると考察できる。

しかし現状として検討されている事項は交通関連のみの機能であり、その価値を引き出せていない。平出町電停を 120%活用することにより、宇都宮市に新たな魅力ができると考える。



図 3-4 平出町電停立地

4 施策事業の提案

これらの課題を解決すべき大きな枠組みとして、スマートシティ(Smart City)がある。スマートシティとはエネルギーや人材など、“あらゆる有限な資源を賢く使おう”とするまちづくりである。スマートシティは EU 主導の研究チームにより、以下 6 つの中核的な概念から構成されるものと定義されている。

◇スマートな経済
◇スマートな環境

◇スマートな交通
◇スマートな人材

◇スマートな生活
◇スマートな政府

本章では NCC 形成を目指す宇都宮市に相性のいいスマートシティ化を提案。2018 年の宇都宮市民の QOL を 30 年後の宇都宮市でも維持する策を考案する。

4-1 宇都宮 LRT を利用した C&R(サイクル・アンド・ライド)

第 3 章で述べた通り、宇都宮が嫌いな理由で挙げられた項目の半数が交通関係であった。したがってスマートシティで「スマートな交通」を実現することが求められる。ここで着目するのが LRT だ。LRT は宇都宮の東西を横断するように建設が計画されており、宇都宮市民の新たな交通手段となることは明白だ。しかし同モビリティは基幹交通であり、自由度の高い移動には適さない。よって、「スマートな交通」を実現するには LRT やその他鉄道、バス等と併用するパーソナルモビリティ(以下 PM)が必要である。

以上の背景から LRT×C&R に電動アシスト自転車用充電スペース設置を提案する。C&R は“サイクル・アンド・ライド”の略で、自転車(Cycle)から LRT 等中・大型モビリティへの乗り換え(Ride)を表す。ここでは、自転車から LRT に乗り変えやすいように LRT 電停を整備する提案を示す。以下にその具体案を提示する。

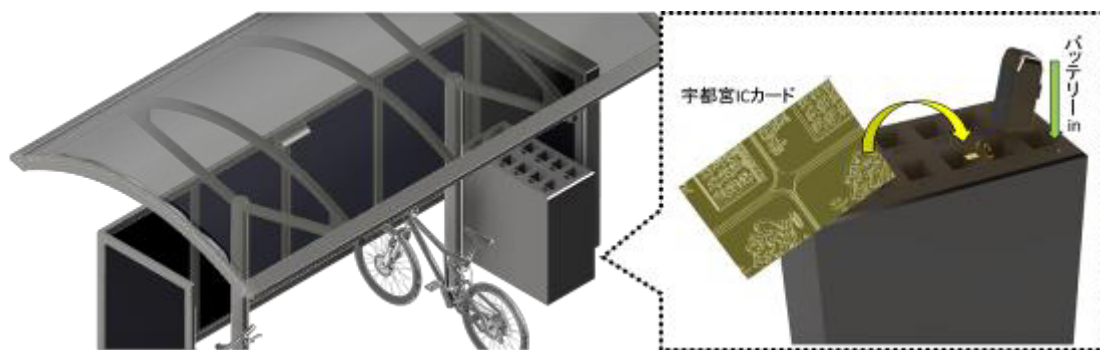


図 4-1 LRT 電停と充電可能 C&R 駐輪場イメージ図

エネルギー問題が深刻化する未来を考慮すると、自動車を代表としたモビリティが生産・利用される機会は現在と比較し減少する。そこで台頭が考えられるのが PM 等比較的小さいモビリティで、且つ動力源を所持しているものである。以上の条件を満たすモビリティとして、電動アシスト自転車を選出した。

電動アシスト自転車はバッテリーを積載し、電気エネルギーで走行を補助する。C&R では電動アシスト自転車から LRT に乗り変えてもらうため、次の 2 つを提案する。

- 🔌 LRT 電停付属駐輪場に電動アシスト自転車用バッテリー充電ポイントを設置
- 🔌 LRT 利用に応じて充電料金を無料にできる制度・システムの導入

LRT 各電停に駐輪場が設置される方針は市によって既に決定している。したがって、駐輪場に電動アシスト自転車を利用しやすい機能を付与することが我々の提案だ。提案のハード面として、駐輪場に誰でも使用可能なバッテリー充電スポットを導入する。電力は LRT 架線から引き、余剰電力等を活用する。一般的には充電代金がかかる仕様だが、LRT 利用者は充電料金が無料になる等、インセンティブが付与される。「充電料金無料サービスを受けるには宇都宮 IC カードが必要」などの制度にすれば、IC カードの普及にも効果を発揮する。電動アシスト自転車バッテリー充電代金の例を表 4-1 に示す。運賃例は使用電力量から営業側が損をしない料金として算出した。

表 4-1 電動アシスト自転車バッテリー充電代金と LRT 運賃例(単位:円)

(宇都宮駅東口発)	ベルモール前	平出町	清原管理センター前	管理センター前
LRT のみ利用	150	200	300	400
充電のみ利用	100	100	100	100
双方利用	170	220	320	420

4-2 HEMS による電力スマート化

エネルギーとして電気の台頭は第 3 章 1 節で述べた通りである。この電気を制御し「スマートな生活」と「スマートな経済」、「スマートな環境」を実現するシステムが、第 3 章 3 節で述べた HEMS である。

我々はこの HEMS を宇都宮市全域の住宅に導入し、各種スマートの達成を期待する。しかし始めから HEMS を全家庭に導入することは政策的にも製品的にも不可能である。そこで直径約 1km の住宅地にモデル地区を選定(図 4-2、1 日の削減可能電力量は 16MWh 以上)。削減される電力や導入費用等の効果や宣伝のため市内にモデル地区の導入を提案する。

モデル地区導入により得られるメリットは市民に向けた「優位性提示」と「意識改革」である。

行政には特にシステム導入時の補助金を期待する。

また NCC と EMS は相性が良く、集約型の都市であれば ICT 技術を利用したネットワーク制御が可能である。HEMS は新時代の当たり前になると考え、早めの導入を進めたい。またその際の行政による補助金制度等も重要となる。



図 4-2 モデル地区のイメージ例

- 市内にモデル地区を設置することを提案
- HEMS 導入のメリットを発信・意識改革のきっかけを作る

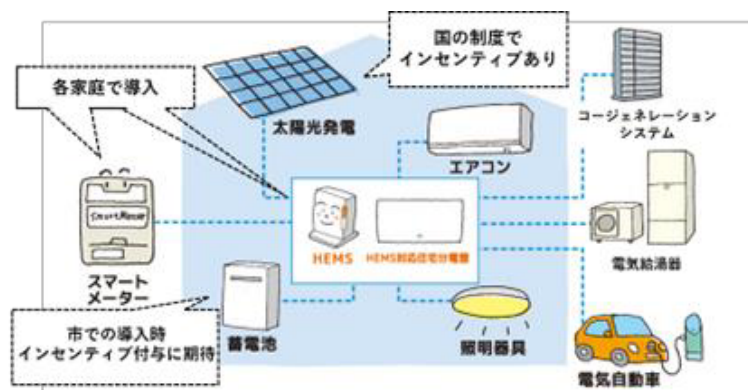


図 4-3 HEMS 導入とインセンティブ付与^[7]

4-3 平出町電停発・未来行きスマートシティ

ここまで4章1, 2節では宇都宮市をスマートシティ化するために交通・エネルギー分野での提案を示した。ここで、これらの施策を実現する傍らでは様々なビジネスが生まれると考えられる。例えば HEMS 構成に必要な不可欠な電流センサは現在 10,000 円前後の価格で販売されている。これを 3,000 円で販売できるよう省コスト化を検討する事業者が出てきても不思議ではない。

そこで「次世代の新規事業者を宇都宮で囲ってしまおう」という提案が、平出町電停発・未来行きスマートシティの基本概念である。

平出町電停には「スマートな経済」「スマートな環境」「スマートな生活」「スマートな住民」を導く機能を有した施設を建てる。図 4-4 に平出町電停隣に建築を提案する施設の概形を示す。



図 4-4 平出町電停隣ビル

このビルは北棟・南棟の各階で、以下 4 つの機能を有する。

I. 北棟 1 階:VR 水族館

栃木県の水族館と言えば淡水魚展示のなかがわ水遊園が有名であるが、海の仲間と触れ合う機会は少ないと言える。そこで提案するのが VR (Virtual Reality)を用いた水族館である。特に幼稚園生から小学校低学年の層をターゲットとする。海洋生物との触れ合いや技術との接触は大きな経験であり、「スマートな住民」に係る。先行例として、神戸市立須磨海浜水族園の VR 水族館^[8]を例示する。



図 4-5 VR 水族館と体験型 VR

-  VR 水族館で宇都宮市に新たな娯楽施設の誕生
-  子供の興味を引き出す空間の提供

II. 北棟 2 階:次世代農産直売所「ランチ」

車の駅として道の駅は既存である。ここで宇都宮を中心とした道の駅立地を調査すると、新国道 4 号線沿いで平出町電停周辺には道の駅がないことが分かる。そこで道の駅の代表的な機能である農産直売を有する施設、「ランチ」を平出町電停に設置を提案する。



図 4-6 「ブランチ」内農産物情報取得イメージ

「ブランチ」は県内各農家が卸売業者を仲介しない、自由な直売所としてのプラットフォームである。自身が作った農作物を「ブランチ」に持ち込み販売する。作物の生産者や特徴、栄養素はタブレット等を介した AR から情報を取得しできる構成で、ブランディングをするも卸せない不揃い品を安く売るも生産者の自由にできる。AR での情報取得・表示についてイメージを図 4-6 に示す。

- 道駅の代わりに農産物直売所の設置
- 新技術とのコラボレーションで県内農業の可能性を拡大

III. 南棟 1 階:県民向けクリエイターズカフェ

クリエイターズカフェとは、その名の通りクリエイターたちが集い、学び、情報共有をして成果を求める交流の場である。ここでクリエイターとはこれからの宇都宮市や日本を担う栃木県民・宇都宮市民である。つまり、クリエイターズカフェとは若い世代に向けて有識者が次代の教育・情報発信を行う最先端の環境づくりである。用途の具体例を以下に挙げる。

- 県内外から多様な働き方をする人々を集めた人生講座
- 次代を見据えた英語・プログラミング教室
- 市や県が定期的な県民・市民への情報提供の場に使用
- 平出町車両基地に社会科見学に来た小学生への講義室として使用

クリエイターズカフェは思い立ったことを行動に移せる場を目指し、設備を充実させたい考えである。具体的には共用 PC やプロジェクター、プリンターの設置に始まり、電動工具や 3D プリンターを導入したい。先行例として RICOH Future House を示す[9]。



図 4-7 RICOH Future House 「コサイエ」

クリエイターズカフェの管理は宇都宮市で外部委託経営とし、利用料金は 1 日 1000[¥/人]、月間の自由利用で 20,000[¥/人]等で設定する。私たちは市民・県民に急速に移り変わる時代の在り方や技術に触れ、興味を持ってもらうことを目指したい。金額の決定にはコサイエや宇都宮市内クリエイターズカフェの利用料金を参考に決定した。

- 市民向けクリエイターズカフェの設置
- 興味・好奇心から行動へ直結させる環境づくり

IV. 南棟 2 階:技術地産利用シェアオフィス

本エリアが平出町ビルの核である。シェアオフィスとは近年注目されているビジネスオフィス形態の一種で、複数の企業や団体が勤務場所を同じくするコワーキングスペースで

ある。業種を超えた知見の共有や人脈の生成など無限の可能性を秘めているオフィス形態と言える。オフィスイメージは図 4-10 の通りで、都内に多いのはもちろん、山梨県甲州市などは行政がオフィスを管理している例もある。



図 4-10 渋谷区シェアオフィス^[10](左)と甲州市シェアオフィス^[11](右)

オフィスはエネルギー問題や宇都宮 LRT に関連のある新規ビジネスを行う若手起業者をターゲットとし、オフィス貸出は有料とする。次代の技術や制度を宇都宮から発信し、宇都宮の財産を増やしていきたい。

- 📍 シェアオフィスを平出町電停に設置
- 📍 県内若手事業者をターゲットとし、市内で新ビジネスを育てる

本章で提示した 3 提案より、交通とエネルギーの物理的スマート化及び新時代人材育成の二本柱を提案する。これにより「さらにスマートな都市」を形成し、Smarter City を新規で提案する。

【参考文献】

- [1]内閣府 世論調査
<https://survey.gov-online.go.jp/index.html>
- [2] The Association for the Study of Peak Oil and Gas ホームページ
<http://aspo.us/>
- [3]宇都宮市 世論調査
<http://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/koho/yoronchosa/1015404.html>
- [4]次世代エネルギー技術実証実験事業成果報告書
http://www.nepc.or.jp/topics/2015/0330_1.html#kitakyushu
- [5]電気学会 ホームページ
<http://www.iee.jp/>
- [6]宇都宮市 LRT の運行ルートや運行計画など
<http://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/kurashi/kotsu/lrt/1013029.html>
- [7]HEMS とは？(Panasonic)
<http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/aiseg/hems/about/index.html>
- [8] 神戸市立 須磨海浜水族園
<http://sumasui.jp>
- [9] RICOH Future House
<https://ricohfuturehouse.jp/>
- [10] コワーキングスペース『PORTAL』
<http://www.hituji.jp/portal/>
- [11] シェアオフィス甲州
<https://www.city.koshu.yamanashi.jp/iju/iju/share-office.html>