20200307 最終講義 →20201031
→20230930 退職記念講演(KKSK)

研究の軌跡

バイオ・クライマティック・デザインの原点

須永 修通

目次

Ⅰ．序　建築環境計画との出会い
Ⅱ．研究の系譜と概要
Ⅲ．人体の温熱快適性と室内熱環境の目標値
Ⅳ．太陽熱利用・パッシブデザインの手法と性能
　1．太陽熱利用床暖房システム（1976～）
　2．パッシブソーラー／デザイン（1979～）
　3．初期のソーラーハウス（1980米国，1990豪国調査）
　4．ダイレクトゲインと有効熱容量(1980～)
　5．屋根流水・天井冷房システム（1988～）
Ⅴ．結び

伊藤研究室～須永研究室の 研究年表

記念誌に載せる最終講義の原稿を書くとき，
記憶が曖昧だったのと，「歴史」を意識したので
まず，年表を作りました。

年表はパネルも用意しましたが，研究室ホームページで
ご覧いただけます。

研究室🏠：https://sunaga-lab.fpark.tmu.ac.jp/

年表のほか，講演会･研究テーマ概要(この資料)や
卒業生の学位論文一覧，研究概要(年報)，発表論文一覧，
退職後の主な活動 なども掲載されています。

研究の概略

・**伊藤研究室＋須永研究室** での発表論文
　500 編以上　　（他に報告書，雑誌など）

・**須永研究室**
　快適で地球にやさしい建築･環境の創造と普及
　を主たるテーマとした研究

卒論(84編)・修論(62編)・博論(14編)

文献研究，各種評価法，各種実測･アンケート調査 等々

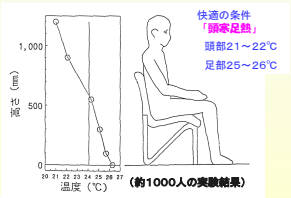
（実測:建物10種類118棟，外部環境21ヶ所，実測＋アンケート:269戸）

⇩

主なテーマとキーワードをまとめた

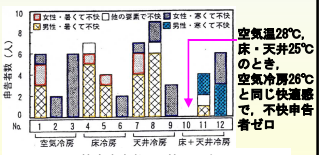
1．人体の温熱快適性と室内熱環境調整の目標値 1/2 (1977～)

不均一輻射，放射暖冷房，床暖房，天井・床冷房，除湿型天井／壁冷房，
快適範囲，推奨室内熱環境など



局温冷感が「暑くも寒くもない」温度 1994

（1990卒 堀祐治君作成）



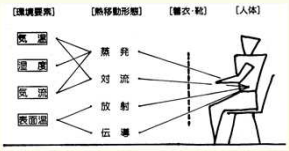
不快申告者数と不快の理由 1993

言語選択法の例(室恵子さん博士論文より) 1999

博士論文
1999 室　恵子，居住環境の心理評価における言語選択法に関する研究(伊藤直明教授)
2000 堀　祐治，不均一熱環境における快適性評価とその予測手法に関する研究(伊藤直明教授)
2009 大熊涼子，省エネルギー空調における着衣による環境調節と熱的快適性に関する研究(石野久彌教授)
2019 川上梨沙，建築空間における湿度に対するヒトの生理･心理反応に関する研究

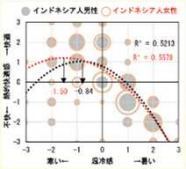
1．人体の温熱快適性と室内熱環境調整の目標値 2/2 (1977～)

不均一輻射，放射暖冷房，床暖房，天井・床冷房，除湿型天井／壁冷房，
快適範囲，推奨室内熱環境など



室内気候4要素の人体への影響

室内環境の4要素の1つ「放射」もしくは「放射温度」を「表面温度」と改めるよう提案した 1999



インドネシア人は「やや寒い」と感じる環境が最も快適

インドネシア人の温冷感と快適感の関係
（2019 川上梨沙さん 博論より）

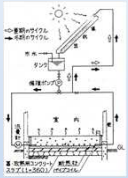
室内温熱環境の目標値(あたたかい暮らしのヒミツ) 2020

	空気の気温	空気の湿度	室内の表面温度	人体周囲の気流速
冬	20~22℃	40~70%	室温と同じ 空気温-2℃以上 (床暖房時：26~30℃)	なし
夏	27℃	70%以下	室温と同じ 空気温＋2℃以下 (天井冷房時：空気温-2℃)	微気流 (0.5m/s以下)

「表面温度」の目標値を提案した →

2．太陽熱利用・パッシブデザインの手法・性能（1979～）1/3

太陽熱床蓄熱暖房，初期の海外事例調査，ダイレクトゲインと有効熱容量，パッシブデザインの考え方，太陽熱利用実験棟，水蓄放熱床暖房システム，屋根流水・天井冷房システム，ＡＬＣ蓄熱性能，自然通風，自然通風窓など



太陽熱床蓄熱暖房 1977

米国 Sea Ranch Sundown House 1980

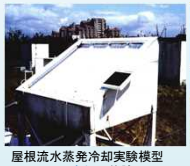
ダイレクトゲインシステム実験棟 1980
（ニチベイブラインドさんの敷地，設計：小玉祐一郎先生ら）

著書
1980年 カラムNo.78 「パッシブデザインの手法」(1980年アメリカ調査)
2000年 自然エネルギー利用のためのパッシブ建築設計手法事典[新訂版]
2001年・2007年 「パッシブデザイン」，建築設計資料集成[総合編]・[環境編]

博士論文
1992年 須永修通 太陽エネルギー利用による室内気候調整における建物の熱容量に関する研究

2．太陽熱利用・パッシブデザインの手法・性能（1979～）2/3

太陽熱床蓄熱暖房，初期の海外事例調査，ダイレクトゲインと有効熱容量，パッシブデザインの考え方，太陽熱利用実験棟，水蓄放熱床暖房システム，屋根流水・天井冷房システム，ＡＬＣ蓄熱性能，自然通風，自然通風窓など



屋根流水蒸発冷却実験模型
西沢広紀君修論 1994

自然エネルギー利用実験棟
→ 屋根流水蒸発冷却実験棟
馬 景輝君 1996

太陽熱利用実験棟（水蓄熱床）
咸 哲俊君 1998

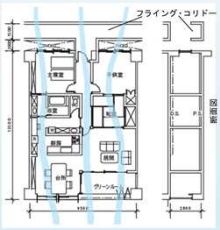
博士論文
2004 細井昭憲，事務所建築における自然通風の効果および有効利用に関する研究
2004 咸 哲俊，水蓄放熱床を持つ太陽熱床暖房システムに関する研究
2005 馬 景輝，屋根流水放射冷房システムに関する研究
2007 深澤たまき，居住者の温熱快適性に基づく建築の性能評価方法
2009 築山祐子，ALC住宅の蓄熱性能に関する研究

2．太陽熱利用・パッシブデザインの手法・性能（1979～）3/3

太陽熱床蓄熱暖房，初期の海外事例調査，ダイレクトゲインと有効熱容量，パッシブデザインの考え方，太陽熱利用実験棟，水蓄放熱床暖房システム，屋根流水・天井冷房システム，ＡＬＣ蓄熱性能，自然通風，自然通風窓など

ALC住宅蓄熱実験棟
（旭化成ホームズ，築山祐子さん2007）

ALCは含水率により蓄熱容量が大幅に変動することが明らかになった。



3つの通風経路・フライングコリドーをもつ集合住宅プラン 2007
（建築設計資料集成，IEAの Bioclimatic Housingに掲載）
集合住宅で通風を確保するプラン
（公団ひばりが丘団地で実現）

上下逆開き縦長窓(LIXIL 岩瀬静雄氏 シーガルウィンドウ)による自然通風実験 2014～（渡邉玲央君修論）
1壁面に取り付けるだけで自然通風を確保できる

3．環境共生建築・住宅の実測と評価（1994～）1/2

OMソーラー住宅，ダイレクトゲイン住宅・集合住宅，山梨県K研究所，ジミー・リム邸，エコーズハウス，環境共生型郵便局舎(網走，小田原，鞆)，三鷹市役所，中国のニューヤオトン住宅，ソーラータウン府中など

OMソーラー O 邸 1994～

ダイレクトゲイン M 邸 1995～

ダイレクトゲイン UR Ⅰ集合住宅 1996～

ヒートクールトンネル 山梨県 K 研究所 1998～
（日建設計）

マレーシア クアラルンプール ジミーリム邸＊ 1999
(PLEA 1999 Latest Paper Award！)

エコーズハウス 1999～（旭化成ホームズ 松田克己(1974卒)，千葉隠輔，築山祐子(2009博了)各氏）

PLEA (Passive and Low Energy Architecture) International Conference
1997 井上憲一 etc, Effects of Thermal Mass and Eaves on the Thermal Performance of Direct Gain System - Comparative Measurements of Two Direct Gain Houses in the Japanese Temperate Climate –, 14th, Vol.3 pp.245-250

（＊藤木隆男先生からのお誘い）

3．環境共生建築・住宅の実測と評価（1994～）2/2

OMソーラー住宅，ダイレクトゲイン住宅・集合住宅，山梨県K研究所，ジミー・リム邸，エコーズハウス，環境共生型郵便局舎(網走，小田原，鞆)，三鷹市役所，中国のニューヤオトン住宅，ソーラータウン府中など

網走 Y 郵便局 2000～

小田原 O 郵便局 2000～

三鷹市役所 2009～

中国 延安市 ニューヤオトン 2009～

中国 延安市 ニューヤオトン 2009～

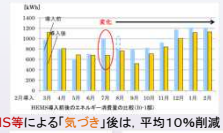
ソーラータウン府中 2014～

［郵政省(吉田太一氏)，三鷹市役所，西北工業大学，東京都都市整備局からの依頼］

RE (Renewal Energy) 2010 International Conference
2010 佐藤美穂 etc, Field Survey of the Thermal Environment in Houses in Cold Region of China, P-At-4

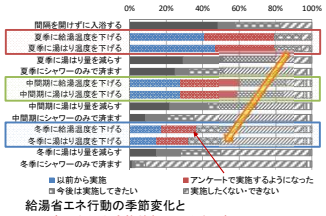
4．居住者意識と省エネ行動（1996～） 1/2

高性能戸建住宅でのＨＥＭＳの効果および省エネ意識・行動に関する調査，お勧め省エネ行動とその効果，既存戸建住宅団地での改修意識調査など



HEMS等による「気づき」後は，平均10%削減 2011

HEMSチェック頻度：電力使用料＜光熱費
ST 府中 2015



給湯省エネ行動の季節変化と
省エネ行動実施依頼による啓発効果 2012-2013
※HEMS，省エネ意識行動の研究は積水化学工業(1999年卒 畑 泰彦君)との協働。国交省第1回住宅・建築物省CO_2先導事業では，75邸実測・計14回のアンケート調査等実施。

博士論文
2019 小野寺宏子，戸建住宅の環境性能向上に対する居住者意識に関する研究

日本建築学会環境系論文集
2015 遠藤裕太 etc，全電化戸建住宅における世帯特性に応じた省エネルギー行動の提案に関する研究 実施容易性とエネルギー削減効果により推奨される行動，第80巻，第715号，pp.815-825

GRE (Grand Renewal Energy) 2014 International Conference
2014 遠藤裕太 etc，Study on suggestions of energy saving behavior suitable for household characteristics - Factors that influence the practice –, O-At-7-4

4．居住者意識と省エネ行動（1996～） 2/2

高性能戸建住宅でのＨＥＭＳの効果および省エネ意識・行動に関する調査，
お勧め省エネ行動とその効果，既存戸建住宅団地での改修意識調査など

省エネ行動による エネルギー消費量 削減効果 2014
（2013卒 遠藤裕太君の黄表紙より）

既存戸建住宅団地での改修意識調査
（回答数721世帯）2017~

窓と温熱環境満足度の関係
※窓ガラスの 性能により満足度が 上がる。

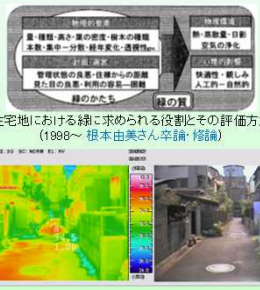
リフォームの予定
※40～60代の 改修意欲が大きい。

（小野寺宏子さんの2019年度博士論文より）

Nobuyuki SUNAGA, Tokyo Metropolitan University

5．都市の外部熱環境・植栽の効果（1990～，1998～）1/2

住宅地における緑の評価方法，木密地域の外部熱環境，ソーラータウン府中の
園路，高層ビルでの植栽の効果，2020東京マラソンコース沿いの熱環境など



住宅地における緑に求められる役割とその評価方法
（1998～ 根本由美さん卒論・修論）

移動温度測定装置（高さ3m）

荒川区町屋の木密地域の熱環境調査
（2005～ 松本聡子さん修論）

「暑い系」ツイートのカーネル密度分布
（2016～ 竹田紘次郎君修論）

BSA (Building Stock Activation) 2007 / Int. Conf. the 21st Century COE Program of TMU
2007 松本聡子 etc, Measurement Analysis on Thermal Environment of Crowded Wooden-Housing Area for Improvement Proposal, pp.449-454

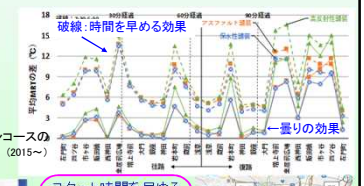
PLEA (Passive and Low Energy Architecture) International Conference
2017 竹田紘次郎 etc, Awareness trends of urban thermal environment during summer based on tweets and photos, 33rd, Vol.2, pp.1927-1934

Nobuyuki SUNAGA, Tokyo Metropolitan University

5．都市の外部熱環境・植栽の効果（1990～，1998～）2/2

住宅地における緑の評価方法，木密地域の外部熱環境，ソーラータウン府中の
園路，高層ビルでの植栽の効果，2020東京マラソンコース沿いの熱環境など

ソーラータウン府中の園路（2014～）



マラソンコースの
熱環境（2015～）

ST府中 サーモレンダーによる植栽の効果（2014～）

スタート時間を早める
(7:30から5:30)
効果が最も大きい！
⇩
オリンピックのスタート
時間が 早くなった！

4th International Conference on Countermeasures to Urban Heat Island, Singapore
2016 熊倉永子 etc, Relationships between the design of common garden paths and thermal environment in summer

日本建築学会大会学術講演梗概集
2018 岡崎史門 他, 東京2020オリンピックマラソンコースの暑さ対策に関する研究（右図の出典）

Nobuyuki SUNAGA, Tokyo Metropolitan University

6．断熱構法，断熱改修（1980～，2005～）1/2

外・内断熱，ＲＣ戸建・集合住宅の断熱改修，断熱内戸の開発，
断熱内戸の採光部の効果，東橋本の家，部分断熱改修の効果など

深沢校舎 外・内断熱実験棟（1980～）

多摩ニュータウン＊
（屋根断熱2006，全面外断熱2012）

三鷹市役所の窓改修 2009～
（真空ガラス，気密性向上）＊＊

既存戸建改修 東橋本の家 （2011～）

断熱内戸No.1（調布の集合住宅）2007

No.3 町田市戸建住宅 2008

（＊建築家 秋元孝夫さん，＊＊三鷹市役所からの依頼　※断熱内戸は，秋元孝夫事務所等や，2008津田晃宏，2011中村美保子，2014小倉啓介邸にも設置・測定）

Nobuyuki SUNAGA, Tokyo Metropolitan University

6．断熱構法，断熱改修（1980～，2005～）2/2

外・内断熱，ＲＣ戸建・集合住宅の断熱改修，断熱内戸の開発，
断熱内戸の採光部の効果，東橋本の家，部分断熱改修の効果など

富山市RC住宅（2005～，藤江 創）
吹付け外断熱・居ながら改修

向島のRC住宅
（2006～，メジロスタジオ）
内断熱＋緩衝空間による
断熱改修

事務所ビルのコンバージョン
（2006～，小林克弘研究室）

COEプロジェクト「巨大都市建築ストックの賦活・更新技術育成」での改修事例
①横浜市庫裏（真壁の充填断熱）：小泉雅生先生チーフ　②富山市RC戸建住宅（吹付け外断熱，居ながら施工）
③向島のRC住宅（内断熱，内窓追加，緩衝空間）　④断熱材造のインナーハウス（InBOXプロジェクト）
⑤事務所ビルの集合住宅へのコンバージョン（小林研と協働）

Building Stock Activation 2007 (International Conference of 21st Century COE Program of TMU)
須永修通 etc, Thermal Insulation Improvement; Learning from Activation Projects by the TMU COE Program
小川　仁 etc, A Study on the Architectural Conversion from Office to Residential Facilities -Through Three Case Studies in Tokyo-

Nobuyuki SUNAGA, Tokyo Metropolitan University

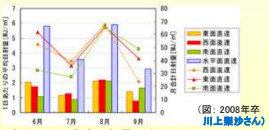
7．学校環境・エコスクール（1987～，2005～ ）1/2

既存校舎の熱環境実態，文科省エコスクール制度の効果・実態，
杉並区の風と緑の施設づくり，エコスクールの実測評価，会津河東小学校，
都立高校の実態調査，クールヒート・ピットの効果など

杉並区：庇のない校舎 2005～ ⇒ 日除け・壁面植栽の設置

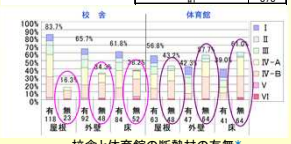
エコスクール認定校の内訳 2007～

平成 9～13年度（157校）		平成14～18年度（452校）	
太陽光発電型	114	太陽光発電型	275
太陽熱利用型	20	太陽熱利用型	31
新エネルギー活用型	9	新エネルギー活用型	38
防止緩衝型	26	省エネルギー・電磁波型	188
中水利用型	8	自然共生型	76
その他省エネルギー	24	木材利用型	192
省資源		資源リサイクル型	34
計	261	その他	44
		計	878



（図：2008年卒
川上聚沙さん）

方位による直達日射量の違い 2007頃～
6月は南面より，東面，西面の日射量が多く，8月で同等。
⇒ 南向き・東西軸の校舎より，**東向き・南北軸の方が暑い！**



校舎と体育館の断熱材の有無＊
※ 校舎の性能はそのままでも，太陽光発電(10kW)
載せれば エコスクールなのか？！

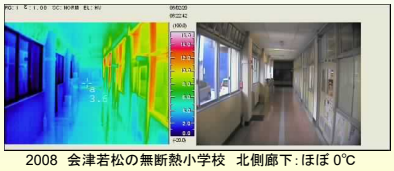
＊学校の断熱基準は，Ⅰ地域を除いて，住宅の次世代基準(RC内断熱)より低い！

日本建築学会環境系論文集
2009 池澤知子，アンケート調査によるエコスクール認定校の実態把握 －環境調整手法とエネルギー消費量－
第74巻，第641号，pp.783-788（右図の出典）

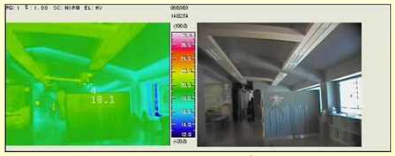
Nobuyuki SUNAGA, Tokyo Metropolitan University （杉並区「風とみどりの施設づくり」：大学同期の大塚敏之君の依頼）

7．学校環境・エコスクール（1987～，2005～ ）2/2

既存校舎の熱環境実態，文科省エコスクール制度の効果・実態，
杉並区の風と緑の施設づくり，エコスクールの実測評価，会津河東小学校，
都立高校の実態調査，クールヒート・ピットの効果など



2008 会津若松の無断熱小学校 北側廊下：ほぼ 0℃



2008 札幌の外断熱小学校 北側オープンスペース：17～18℃

札幌調査では，渡邊悟さんに大変お世話になりました。また，大和ハウスの和田博孝さんには，寒冷地建築を教えていただきました。

O小学校 2009~

A小学校 2010~

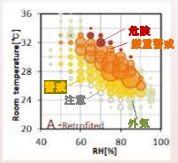
杉並区のヒート・クールピットの試行例

市街地の省エネ冷房として地中熱利用を検討し，異なるヒート・クールピットをもつ小学校3校と中学校1校を建設した。

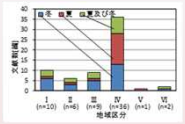
8．集合住宅の熱環境実態と熱中症危険度（2006～） 1/2

温暖地の集合住宅（多摩，熊本，高知，那覇）の熱環境実態，
中国の気候区別（ハルピン，青島，杭州，広州）熱環境実態，
熱中症危険度の意識調査（沖縄，高知，多摩，新潟，旭川）など

多摩NY 2006，2012~＊



多摩NY 熱中症危険度 2013



集合住宅の熱環境調査数 2014
→Ⅴ，Ⅵ地域は調査少ない！

那覇市 2015~ ＊2

高知市 2015~ ＊3

中国 青島市 2016~

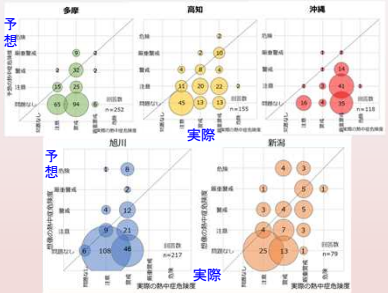
（＊建築家 秋元孝夫さん，＊2 荻野司氏と沖縄県庁，＊3 国交省秋月聡二郎氏と高知県庁，竹中工務店の高橋昭生氏・最上佳彦氏，熊本は2015卒 細井昭憲君のお世話になりました。）

博士論文
2017 王 美楠，Study on the Indoor Thermal Environment and Energy Consumption of Multi-unit Residences in China

［中国調査では，杭州，広州は2001年修了 馬景輝君（浙江理工大学），青島は青島理工大学 胡松濤先生，ハルピンは哈尔滨工业大学 倪先生にお世話になりました。］

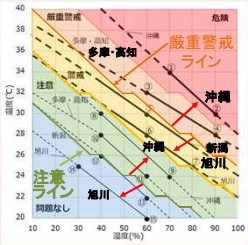
8．集合住宅の熱環境実態と熱中症危険度（2006～） 2/2

温暖地の集合住宅（多摩，熊本，高知，那覇）の熱環境実態，
中国の気候区別（ハルピン，青島，杭州，広州）熱環境実態，
熱中症危険度の意識調査（沖縄，高知，多摩，新潟，旭川）など



熱中症危険度の予想値と実際の値 2018～2019

どの地域も実際の値より低い側に感じている人が多い。



熱中症危険度の地域差の検討

厳重警戒ライン，注意ラインとも，・沖縄は高温側，・旭川は低温側に移動している。

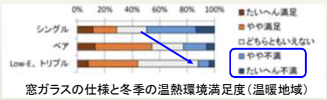
（これらの図は，2019年度田中佑一郎君修論より）

◎高知調査は，国交省 秋月聡二郎氏，高知県庁，竹中工務店 高橋昭生氏，最上佳彦氏，◎沖縄調査は，2015年博了 荻野 司氏，沖縄県庁，◎旭川調査では，札幌市大 齊藤雅也先生，北総研 下之園慧氏・佐々木優二氏，◎新潟調査では，新潟大 椋田恵先生のご協力を得た。

9．住宅の高断熱化，断熱水準と暮らしの質（2015～）

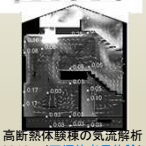
高断熱宿泊体験棟の性能評価，全国webアンケート調査，
断熱性能別居住者意識・行動，あたたかい暮らし読本など

旭化成建材さん
高断熱体験棟 2016



窓ガラスの仕様と冬季の温熱環境満足度（温暖地域）

「あたたか本」2020



高断熱体験棟の気流解析
2016～（石塚佳孝君修論）

窓の種類による断熱性能調査方法

住宅形態	戸建住宅			集合住宅		
区分	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
断熱性能	低	中	高	低	中	高
窓ガラス	シングル	ペア	Low-Eペア トリプル	シングル	ペア	Low-Eペア
窓サッシ	アルミ	アルミ	複合	アルミ	アルミ	複合

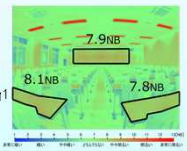
アンケート・WEB調査で，住宅の断熱性能を一般居住者にも回答できる，上記のような窓の種類で回答する方法を考案した。（数量化Ⅰ類で証明）。
（2016～ 食野遼君修論）

PLEA (Passive and Low Energy Architecture) International Conference
2017 食野 遼，Influence of thermal insulation performance of housing on lifestyle of residents - Focusing on window performance –, 33rd, Vol.1, pp.1219-1226

（旭化成建材 白石真二，大塚弘樹，濱田香織氏らとの協働研究）

10．その他

高齢者の温熱環境意識と調整行動，ＩＴによる空調制御，大学外部空間・教室・郵便局の光環境，色温度の心理効果，美術館収蔵庫の空調改修など



大学教室の明るさ感 2011
（2014修了 中田清君修論）
（調光40%時≒100%時）

熊本県立美術館
収蔵庫1 2016～
空調 前川事務所 濱興冶氏
1980年伊藤研修了
（相対湿度57%設定）

SaaS（Software as a Service）型 BEMS 2012
（2014 荻野司君 博論より）

CFD解析結果（2018修了 篠塚亮臣君修論）

博士論文
2003 笹尾博行，多段共鳴器による空調ダクト用消音器に関する研究（伊藤直明教授）
2014 荻野 司，在室者の調整行動を利用した省エネ空調制御システムに関する研究
2014 三木秀樹，建築設備分野におけるBIMの課題と解決手法に関する研究（市川憲良教授）

GRE (Grand Renewal Energy) 2014 International Conference
2014 中田 清，Study of daylighting in office buildings focusing on the color temperature of day daylight transmitted through windowpanes, O-At-4-2

謝辞

都立大，首都大 での47年間，
非常に多くの方々に ご教授・ご支援をいただき，
このように多くの研究をすることが出来ました。

特に，同志として一緒に研究し，時に素晴らしいアイデアを出してくれた学生諸君がいてくれなければ，ここまでくることは出来なかったと思います。

皆様に， 心より， 御礼申し上げます。