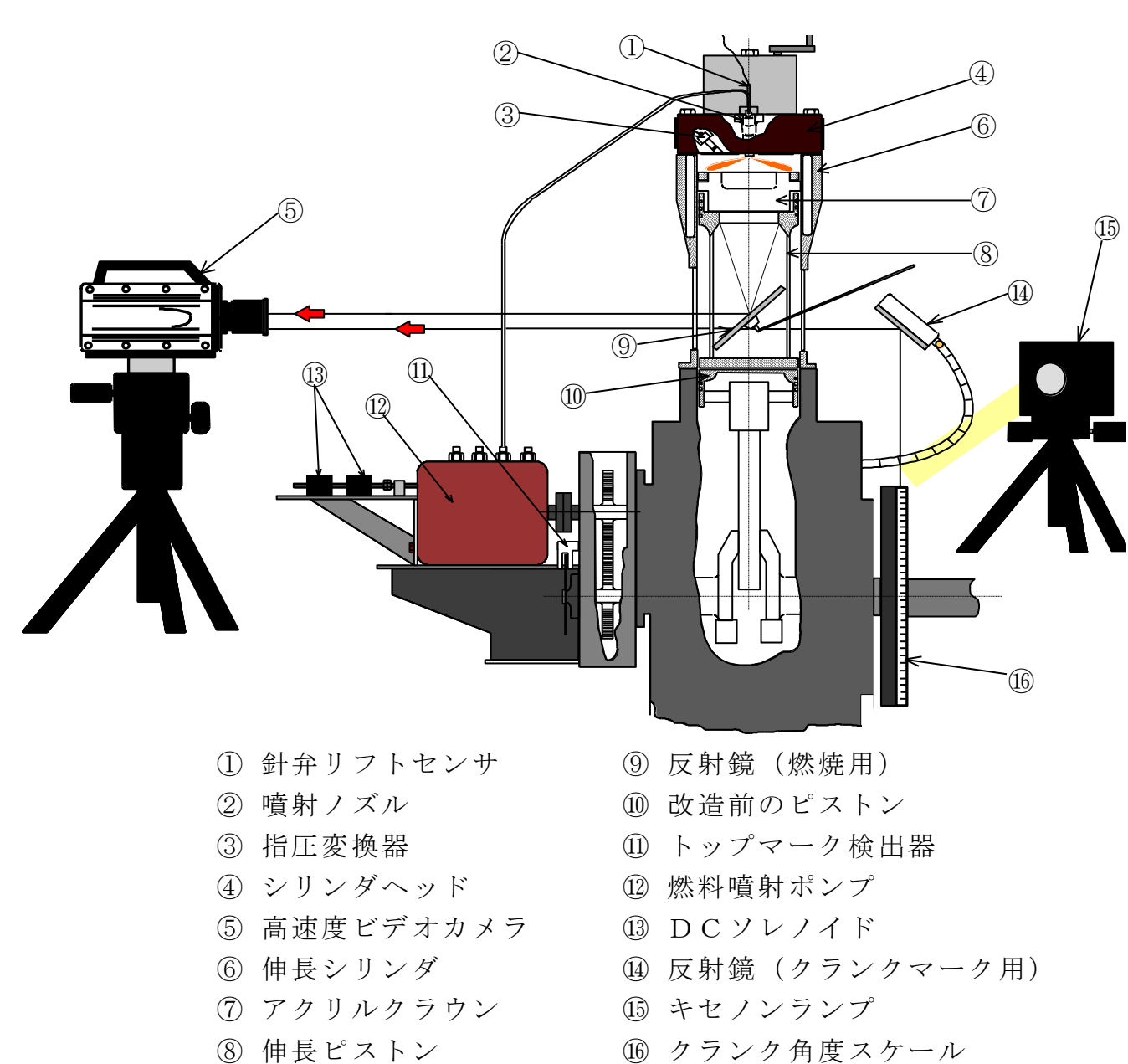


卒業研究は、福岡大学で機械工学を通して学んできた学習成果の集大成です。

本研究室は、熱力学、伝熱工学、蒸気工学、内燃工学などを基礎とする熱工学分野を対象として、基礎的研究から時代の先端をいく応用的研究まで多岐にわたる研究テーマに取り組んでいます。皆さんは、卒業研究としてこれらの研究に参加し、自主的に調査を行い、自ら考え、教員や大学院生と積極的に議論して、新しい問題解決と発見のために日夜努力してください。以下に、本年度に計画している主な研究テーマを紹介します。

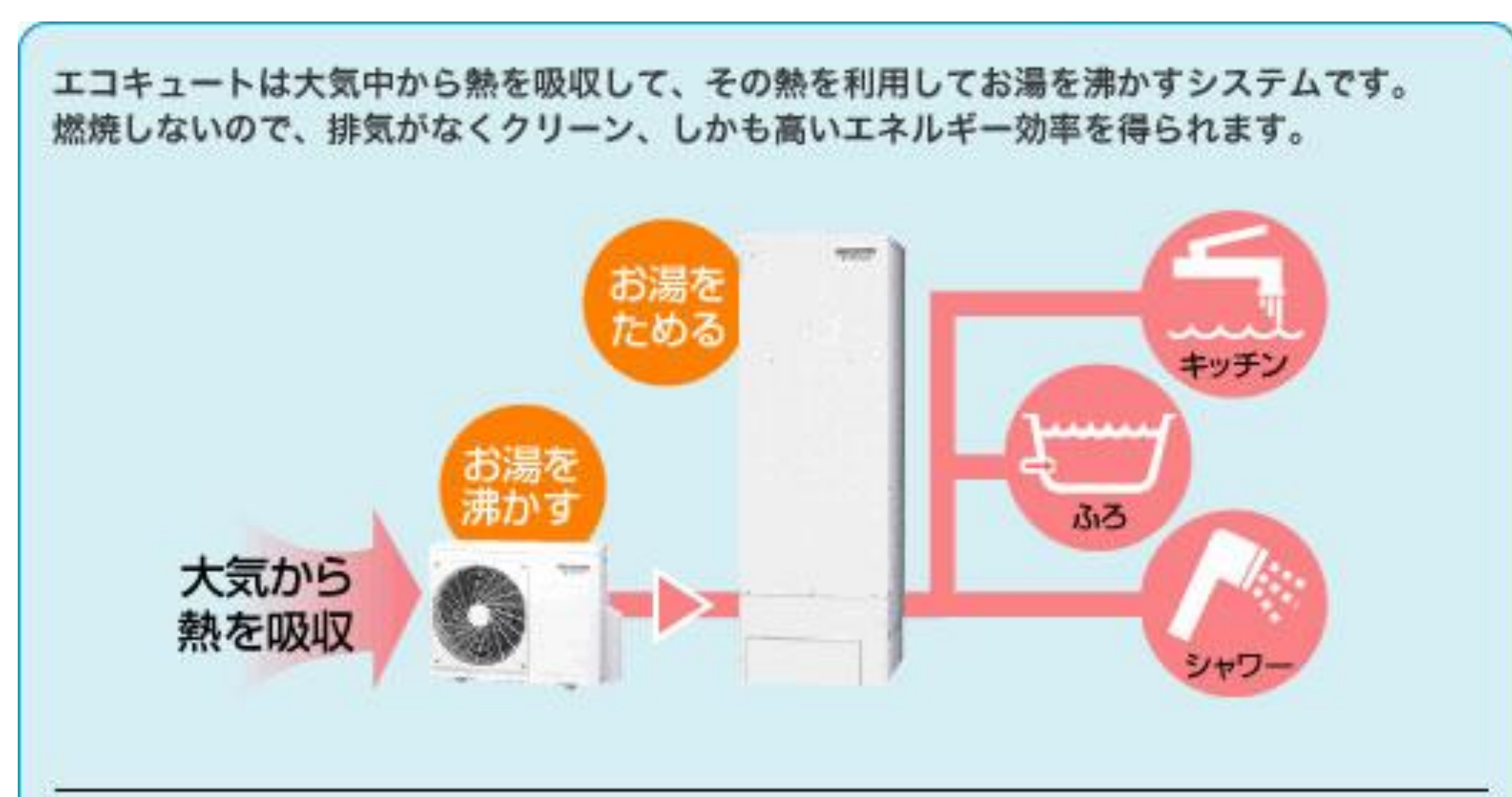
なお、研究室では中間発表会や卒論発表会を開催しますので、研究成果を大いにアピールしてください。また、来年3月に開催される日本機械学会九州学生会の卒業研究発表講演会（学会）で講演発表をして、九州各地の大学4年生との研究討議の真剣勝負に挑むことも推奨します。

■ ディーゼルエンジンの燃焼の可視化



近年、環境への更なる関心が高まると同時に、維持費が少しでも抑えることができ、エコカー補助金・減税制度を受けることが可能な低燃費のガソリン自動車在国内で普及している。さらに電気のための充電で走行する電気自動車の開発も進み、市場に導入されてきているが、電気自動車はまだ研究開発段階で、走行距離や充電時間、充電スタンドの設置など、一般に普及するにはまだまだ問題を抱えており、この先数年間は低燃費のガソリン自動車が主流になると思われる。しかし、ガソリンエンジンよりもディーゼルエンジンの方が熱効率が10%（ディーゼル38%・ガソリン27%）程度高く、さらにCO₂の排出量も20%程度低く、内燃機関として優れている。だが、ディーゼルエンジンの排出ガスにはNO_xやPMといった有害物質が含まれており、人体に悪影響を及ぼす。NO_xは、燃焼温度を低下させることによって排出を低減できる。しかし、燃焼温度を下げることは、不完全燃焼に直結し燃費の悪化・黒煙などのPMの増加につながってしまう。つまり、NO_xと黒煙などのPMはトレードオフの関係にあり、両方の物質を同時に低減させることは非常に困難である。これにより、NO_xやPMの発生には燃焼温度が大きく関係していることがわかるので、燃焼温度を正確に求める必要がある。本研究では、高速度ビデオカメラを用いて撮影した画像から二色法によって予測した燃焼温度を検討する。

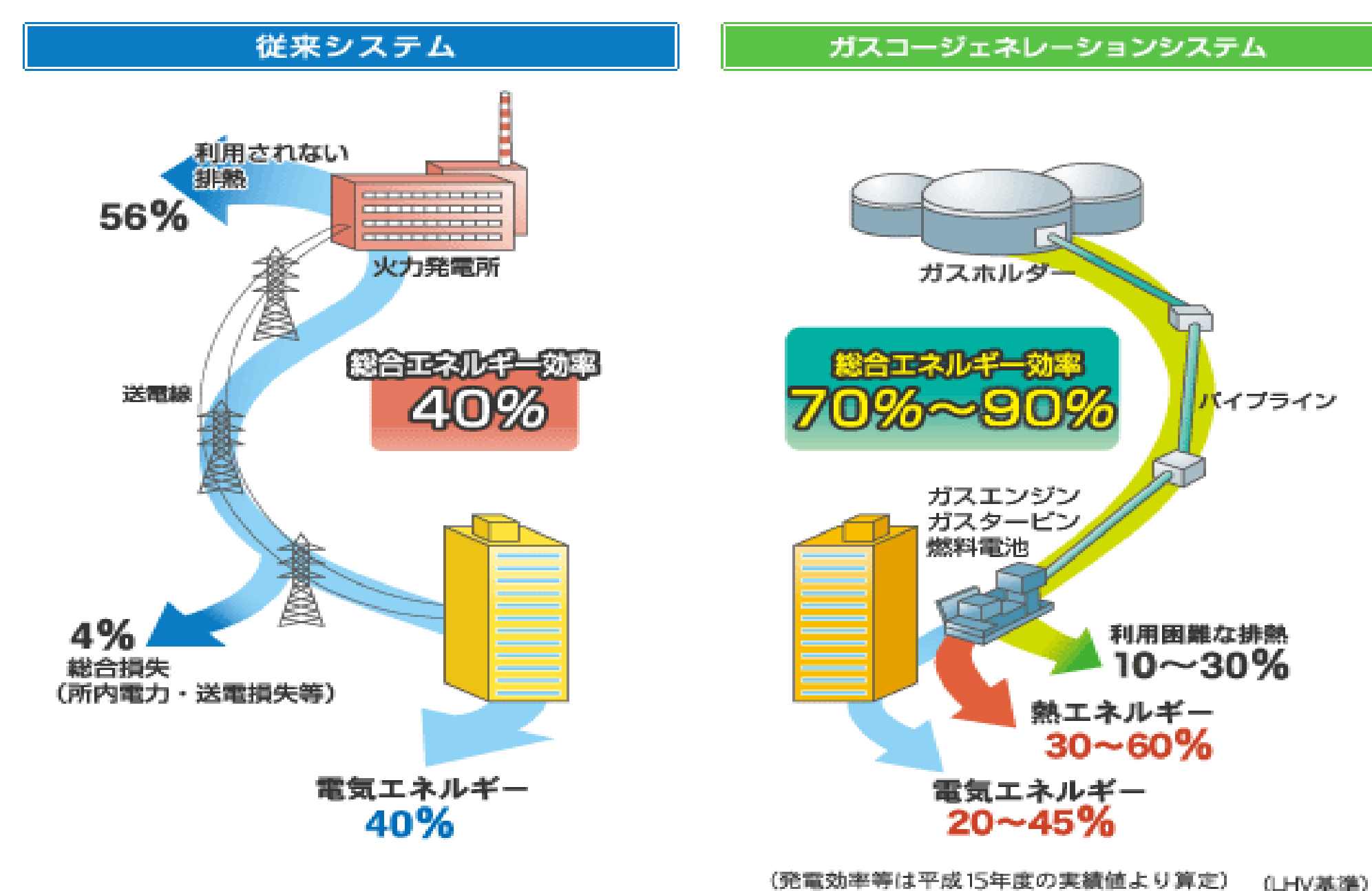
■ CO₂ヒートポンプの性能に及ぼすオイルの影響およびオイル混入率の評価方法



従来より冷凍空調機器などに用いられてきたフロン系冷媒は、地球温暖化係数が高いため、環境への影響が問題視されている。また京都議定書などにより規制対象となっている。そこで、近年では地球温暖化係数が低く、毒性の少ない自然冷媒へ注目が集まっています。その中でも二酸化炭素(CO₂)はヒートポンプ式給湯機に対して優れた冷媒である。その結果、2001年にはエコキュートとして発売された。今後、さらなる高性能化・小型化が求められている。

しかしCO₂ヒートポンプにおいて、圧縮機の潤滑に用いられているPAGオイルが熱交換器内へ流入することは避けられず、PAGオイルとCO₂が非相溶であるため、オイルが蒸発器やガスクーラなどの熱交換器内に流入すると、伝熱性能が低下するという問題がある。そこで本研究では純冷媒およびPAGオイル混入時における熱交換器内の二酸化炭素の伝熱特性、流動状態の調査を行い、比較する。

■ コージェネレーションシステムの性能評価方法



近年の環境問題への意識の高まるにつれて、省エネルギーとともにエネルギーの有効利用への関心が高まっている。

左図のように、従来のシステムでは総合エネルギー効率が40%程度なのに対し、ガスコージェネレーションシステムでは総合エネルギー効率が70~90%と効率よくエネルギーを取り出せるのがわかる。

本研究室では、マイクロガスタービン(MGT)と吸収冷温水機(AR)を組み合わせたコージェネレーションシステム実験装置を用いて実験を行い、研究を行っている。

ここで問題となるのが、エネルギーの評価方法である。左図では、電気エネルギー効率と熱エネルギー効率を単純に足し合わせているが、電気エネルギーはすべてを仕事に換算できるのに対し、熱エネルギーはすべてを仕事に変換することはできない。つまり、エネルギーの”質”が違うのである。

そこで、本研究ではエネルギーの質について、エクセルギー評価を行うことで、より適切な評価ができないかという課題に取り組む。

■ 次世代冷媒の特性に関する研究

1987年、オゾン層を破壊するおそれのある物質を特定し、その生産・消費・貿易を規制する目的で「モントリオール議定書」が採択されたことを皮切りに、オゾン層の保護や地球温暖化問題への対応として、"脱フロン"が進められ、現在まで様々な冷媒が開発・使用されてきており、より環境にやさしい、「次世代冷媒」への注目が非常に高まっている。

その「次世代冷媒」の候補としては、HFCの一種で温暖化係数が比較的低いHFC32や温暖化係数は低いものの安定性や価格に課題のあるHFO系冷媒のほか、CO₂やプロパンといった自然界に存在して冷媒としての特性を持つものなど、さまざまな物質が検討されているが、それぞれ地球温暖化への影響や、燃焼性・毒性といった安全性、価格などを総合的に判断しなければならない。冷媒が直接、大気中に排出されたときの環境影響を表す温暖化係数はもちろん、その冷媒を用いた場合のエアコンのエネルギー効率も重要である。また、冷媒自体の価格だけでなく、その冷媒を用いるエアコンの製造コストなども考える必要がある。

さらに、家庭用エアコンと大型の空調機では求められる性質が異なり、暖房・給湯機器と冷凍冷蔵機器など機器によっても求められる性能が違い、用途に応じて最適な冷媒を選択することが重要である。（右図を参照）

そういった冷媒における世界情勢を元に、本研究では、HFO系冷媒のひとつで、特に欧州において次世代のカーエアコン用冷媒として注目されているHFO1234yf、およびHFC系冷媒で家庭用エアコンなどへの利用が検討されているHFC32に着目し、それらの冷媒としての種々の特性を調べ、評価することを目的とする。

HCFCに代わる次世代冷媒候補の特徴と主な用途					
	特徴	主な用途			
		普及 普及の可能性あり			
HFC410A	オゾン層への影響がなく、HCFC22と温暖化係数、効率が同程度であるため、先進国で切り替えが進められている現行冷媒の一つ。	家庭用 エアコン	業務用・ビル用 エアコン	業務用 冷凍 冷蔵機器	暖房・給湯機器
HFO1234yf	オゾン層への影響がなく、温暖化係数も低い。微燃性がある。安定性や価格に難点。		チラー		カーエアコン
HFC32	オゾン層への影響がなく、温暖化係数もHFCの中では低い。微燃性がある。	家庭用 エアコン	業務用・ビル用 エアコン	業務用 冷凍 冷蔵機器	暖房・給湯機器
CO ₂	オゾン層への影響がなく、温暖化係数も低い。空調用途では効率が悪く、ダイキンでは従来の冷媒と同等の性能が得られる給湯用冷媒として商品化。		業務用・ビル用 エアコン	業務用 冷凍 冷蔵機器	暖房・給湯機器
プロパン (炭化水素)	オゾン層への影響がなく、温暖化係数も低い。冷媒として優れた特性を持っているが、強燃性で爆発の危険性あり。	家庭用 エアコン		家庭用 冷蔵庫	

※ 図は、ダイキン工業株式会社 HPより引用

■ 最先端冷媒の音速の測定

音速は、物質（媒質）中を伝わる音の速さのこと。物質自体が振動することで伝わるため、物質の種類により決まる物性値の一種である。概ね分子量が小さい物質ほど速い傾向を示す。実際の音速は、その物質の状態（温度、密度、圧力など）によって変化し、特に相変化による影響は大きく、同じ物質では固体が最大で、次いで液体、気体の順となる。温度は、気体では正の、固体では負の影響を与える。

本研究では、まだ状態方程式(推算式)でしか得られていない最先端の冷媒で、温度と圧力を変化させながら飽和液および圧縮液の音速を実験的に計測することで、どこの研究機関よりも早く正確なデータを測定し、世界に発信することを目的とする。

■ エマルジョン燃料の作成および評価方法

エマルジョン燃料は燃料油（重油や灯油・軽油・廃油等）に水と界面活性剤を添加し、機械的に攪拌してオイル中に水を分散させた燃料である。エマルジョン燃料を使うことで、窒素酸化物(NO_x)や粒子状物質(PM)の発生を抑え、内燃機関が排出するガスがもたらす環境負荷を低減させる効果がある。

本研究では、エマルジョン燃料を製造し、音速の計測や可視光などを用いた光の透過率の測定などを利用して、エマルジョン燃料の安定性に関する評価方法を見つけ出すことを目的とする。

■ 様々な素材の熱物性の測定に関する研究

1.ディーゼルエンジンに関する研究

温度・圧力・力・エネルギー・サイクルに関して見直します。伝達・燃焼反応・質量保存・エネルギー保存に関する知識を深めます。燃焼ガス・エネルギーの有効利用に関して考察します。目指すところは、内燃機関に関する知見を広め、ひとつでも多くのことを習熟することです。

2.宇宙航空機向けおよび国際標準候補材としての利用を目指す遮熱材の開発

宇宙空間用遮熱材（PM 系多孔質体）、真空断熱材（Si 粒子ベース）および超低熱伝導率材（ナノ粒子ベース）の構造・機械的性質・熱的性質について評価します。効率的に低熱伝導を実現するのに必要な条件をひとつでも多く明らかにします。局所温度の計測方法、固体と気体の熱力学特性、熱伝導、ふく射などに関する知識を深めます。

3.微細孔粒子による吸脱着に関する研究

マイクロからナノスケールの細孔を持つ粒子（C 系・SiO₂ 系）の新たな用途を模索します。まずは、構造、水蒸気の吸湿および脱湿特性、蓄熱性、保温性などについて評価します。バルク温度・湿度の計測方法、物質移動（水蒸気拡散、水分移動）、熱移動（伝導、対流）、吸着・脱着などに関する知識を深めます。

4.生体内での熱移動に関する研究

医療技術を発展させる上で、生体に関わる熱工学的情報は不可欠です。しかし、人体を利用する情報収集には難点があるため、模擬生体や食糧である動物臓器から情報を得るしかありません。本テーマでは、模擬生体や動物臓器を用い、それらの内部における熱移動について考察します。局所温度の計測方法、固体や液体の熱力学性質、熱伝導などに関する知識を深めます。

5.機能性プラスチック複合材の評価に関する研究

機器（モーター・発電機、照明器具など）の筐体や放熱部材として、特異な機能を持つ複合材が開発されています。それらの熱物性値（熱伝導率、比熱）の測定や推算は、熱設計上で非常に重要なのですが、まだ正確である、また容易であるとは言えません。本テーマでは、導電性プラスチックやリサイクルプラスチックの様な複合材を利用して、複合材の熱物性値の評価について考察します。局所温度の計測方法、固体の熱力学特性、熱伝導などに関する知識を深めます。