

## ③再生可能エネルギーの導入

- ・バイオマスエネルギー利用に係わる可能性、  
木質ペレット利用の空調設備の導入

筑波大学 施設部 施設環境課  
環境保全係 渡邊 彰一  
平成23年08月26日

# 筑波大学概要

## 筑波キャンパスについて

- 敷地面積等について

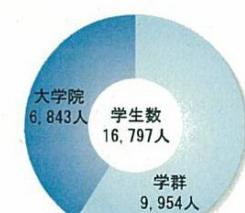
**敷地面積 : 2,577,286m<sup>2</sup>**

**建築延面積 : 764,498m<sup>2</sup>**

- 学生数、職員数について

**学生数 : 16,797人**

**職員数 : 4,445人**



施設名
第一エリア
1 駐合・対応窓口
2 研究支援センター
エリフ
3 一般生活センター
4 一般生活センター
5 研究開発センター
6 ERAUT植物育成施設
7 先端学際研究センター
8 先端学際研究センター
9 グラント・共同研究センター
10 研究開発センター（工芸部門）
11 研究開発センター（経営部門）
12 研究開発センター（応用創造部門）
13 社会研究院
14 研究基盤センター（文系部門）
15 プロジェクト研究課
16 アイドリーフ研究センター
17 中央施設室・総務部
18 廉價住宅管理室・実験棟・改修管理課
19 9A・GD, 3K, 3L棟
21 文化学系
22 球技場
23 ベンチャーアジス・ラボラトリ
24 結合研究課
第二エリア
25 生命情報科学研究科棟
27 生物・農林系
28 生物・農林系
29 生物・農林系
30 2A・2H棟
31 球技場
32 人間系学系
第三エリア
33 人文・社会系
34 中央図書館
35 国際共同研究室
37 1A・1H棟
38 文化ホール棟
39 自然系学系
40 対話型言語センター
41 中地区環境水資源研究施設
第四エリア
42 本部棟
エリフ
大学会館
43 棚堂
44 寄宿学生センター
45 大学会館・筑波大学ギャラリー
46 研究交換会館
47 大学会館附属施設
48 学術情報メディアセンター
49 外国語センター、留学生情報センター
50 研究会議センター
51 附属病院
52 5C棟
53 3階展望台
54 体育会場
55 体育会場兼講義室
56 6A・6B棟
57 工房（芸術系）
58 体育・芸術系書庫
59 6Fセンター、体育系サークル棟
60 附属図書館
61 附属体育馆
62 体育会場
63 研究会議室
64 研究会議室
65 球技場会館
66 統合研究課
67 馬淵池
68 8号合宿所
69 クラブハウス
70 野外活動実習管理課
71 野外活動実習管理課
第五エリア
72 医学系地区中央施設室
73 4B棟
74 生命科学動物資源センター
75 共同利用施設
76 4D棟
77 医学系学生
78 4C棟
79 4F棟
80 4A棟
82 医科学院
83 医学院書齋・閑雅講堂
84 医学生会室
85 第2体育館
86 第3体育館兼木造研究施設
87 研究会議室
88 平砂学生宿舎
89 天久保池
90 天久保池
91 天久保池
92 天久保池
93 天久保池
94 外国人教員等宿泊施設
95 春日エリヤ
96 春日学生宿舎・春日1号棟
97 春日学生宿舎・春日2号棟
98 春日寮
99 7C棟
100 参照情報資料収集室
101 7D棟
102 第4体育館
103 第4体育場
104 第4体育場
105 第4体育場
106 第4体育場
107 第4体育場
108 第4体育場
109 第4体育場
110 第4体育場
111 第4体育場
112 第4体育場
113 第4体育場
114 第4体育場
115 第4体育場
116 第4体育場
117 第4体育場
118 第4体育場
119 第4体育場
120 第4体育場
121 第4体育場
122 第4体育場
123 第4体育場
124 第4体育場
125 第4体育場
126 第4体育場
127 第4体育場
128 第4体育場
129 第4体育場
130 第4体育場
131 第4体育場
132 第4体育場
133 第4体育場
134 第4体育場
135 第4体育場
136 第4体育場
137 第4体育場
138 第4体育場
139 第4体育場
140 第4体育場
141 第4体育場
142 第4体育場
143 第4体育場
144 第4体育場
145 第4体育場
146 第4体育場
147 第4体育場
148 第4体育場
149 第4体育場
150 第4体育場
151 第4体育場
152 第4体育場
153 第4体育場
154 第4体育場
155 第4体育場
156 第4体育場
157 第4体育場
158 第4体育場
159 第4体育場
160 第4体育場
161 第4体育場
162 第4体育場
163 第4体育場
164 第4体育場
165 第4体育場
166 第4体育場
167 第4体育場
168 第4体育場
169 第4体育場
170 第4体育場
171 第4体育場
172 第4体育場
173 第4体育場
174 第4体育場
175 第4体育場
176 第4体育場
177 第4体育場
178 第4体育場
179 第4体育場
180 第4体育場
181 第4体育場
182 第4体育場
183 第4体育場
184 第4体育場
185 第4体育場
186 第4体育場
187 第4体育場
188 第4体育場
189 第4体育場
190 第4体育場
191 第4体育場
192 第4体育場
193 第4体育場
194 第4体育場
195 第4体育場
196 第4体育場
197 第4体育場
198 第4体育場
199 第4体育場
200 第4体育場
201 第4体育場
202 第4体育場
203 第4体育場
204 第4体育場
205 第4体育場
206 第4体育場
207 第4体育場
208 第4体育場
209 第4体育場
210 第4体育場
211 第4体育場
212 第4体育場
213 第4体育場
214 第4体育場
215 第4体育場
216 第4体育場
217 第4体育場
218 第4体育場
219 第4体育場
220 第4体育場
221 第4体育場
222 第4体育場
223 第4体育場
224 第4体育場
225 第4体育場
226 第4体育場
227 第4体育場
228 第4体育場
229 第4体育場
230 第4体育場
231 第4体育場
232 第4体育場
233 第4体育場
234 第4体育場
235 第4体育場
236 第4体育場
237 第4体育場
238 第4体育場
239 第4体育場
240 第4体育場
241 第4体育場
242 第4体育場
243 第4体育場
244 第4体育場
245 第4体育場
246 第4体育場
247 第4体育場
248 第4体育場
249 第4体育場
250 第4体育場
251 第4体育場
252 第4体育場
253 第4体育場
254 第4体育場
255 第4体育場
256 第4体育場
257 第4体育場
258 第4体育場
259 第4体育場
260 第4体育場
261 第4体育場
262 第4体育場
263 第4体育場
264 第4体育場
265 第4体育場
266 第4体育場
267 第4体育場
268 第4体育場
269 第4体育場
270 第4体育場
271 第4体育場
272 第4体育場
273 第4体育場
274 第4体育場
275 第4体育場
276 第4体育場
277 第4体育場
278 第4体育場
279 第4体育場
280 第4体育場
281 第4体育場
282 第4体育場
283 第4体育場
284 第4体育場
285 第4体育場
286 第4体育場
287 第4体育場
288 第4体育場
289 第4体育場
290 第4体育場
291 第4体育場
292 第4体育場
293 第4体育場
294 第4体育場
295 第4体育場
296 第4体育場
297 第4体育場
298 第4体育場
299 第4体育場
300 第4体育場
301 第4体育場
302 第4体育場
303 第4体育場
304 第4体育場
305 第4体育場
306 第4体育場
307 第4体育場
308 第4体育場
309 第4体育場
310 第4体育場
311 第4体育場
312 第4体育場
313 第4体育場
314 第4体育場
315 第4体育場
316 第4体育場
317 第4体育場
318 第4体育場
319 第4体育場
320 第4体育場
321 第4体育場
322 第4体育場
323 第4体育場
324 第4体育場
325 第4体育場
326 第4体育場
327 第4体育場
328 第4体育場
329 第4体育場
330 第4体育場
331 第4体育場
332 第4体育場
333 第4体育場
334 第4体育場
335 第4体育場
336 第4体育場
337 第4体育場
338 第4体育場
339 第4体育場
340 第4体育場
341 第4体育場
342 第4体育場
343 第4体育場
344 第4体育場
345 第4体育場
346 第4体育場
347 第4体育場
348 第4体育場
349 第4体育場
350 第4体育場
351 第4体育場
352 第4体育場
353 第4体育場
354 第4体育場
355 第4体育場
356 第4体育場
357 第4体育場
358 第4体育場
359 第4体育場
360 第4体育場
361 第4体育場
362 第4体育場
363 第4体育場
364 第4体育場
365 第4体育場
366 第4体育場
367 第4体育場
368 第4体育場
369 第4体育場
370 第4体育場
371 第4体育場
372 第4体育場
373 第4体育場
374 第4体育場
375 第4体育場
376 第4体育場
377 第4体育場
378 第4体育場
379 第4体育場
380 第4体育場
381 第4体育場
382 第4体育場
383 第4体育場
384 第4体育場
385 第4体育場
386 第4体育場
387 第4体育場
388 第4体育場
389 第4体育場
390 第4体育場
391 第4体育場
392 第4体育場
393 第4体育場
394 第4体育場
395 第4体育場
396 第4体育場
397 第4体育場
398 第4体育場
399 第4体育場
400 第4体育場
401 第4体育場
402 第4体育場
403 第4体育場
404 第4体育場
405 第4体育場
406 第4体育場
407 第4体育場
408 第4体育場
409 第4体育場
410 第4体育場
411 第4体育場
412 第4体育場
413 第4体育場
414 第4体育場
415 第4体育場
416 第4体育場
417 第4体育場
418 第4体育場
419 第4体育場
420 第4体育場
421 第4体育場
422 第4体育場
423 第4体育場
424 第4体育場
425 第4体育場
426 第4体育場
427 第4体育場
428 第4体育場
429 第4体育場
430 第4体育場
431 第4体育場
432 第4体育場
433 第4体育場
434 第4体育場
435 第4体育場
436 第4体育場
437 第4体育場
438 第4体育場
439 第4体育場
440 第4体育場
441 第4体育場
442 第4体育場
443 第4体育場
444 第4体育場
445 第4体育場
446 第4体育場
447 第4体育場
448 第4体育場
449 第4体育場
450 第4体育場
451 第4体育場
452 第4体育場
453 第4体育場
454 第4体育場
455 第4体育場
456 第4体育場
457 第4体育場
458 第4体育場
459 第4体育場
460 第4体育場
461 第4体育場
462 第4体育場
463 第4体育場
464 第4体育場
465 第4体育場
466 第4体育場
467 第4体育場
468 第4体育場
469 第4体育場
470 第4体育場
471 第4体育場
472 第4体育場
473 第4体育場
474 第4体育場
475 第4体育場
476 第4体育場
477 第4体育場
478 第4体育場
479 第4体育場
480 第4体育場
481 第4体育場
482 第4体育場
483 第4体育場
484 第4体育場
485 第4体育場
486 第4体育場
487 第4体育場
488 第4体育場
489 第4体育場
490 第4体育場
491 第4体育場
492 第4体育場
493 第4体育場
494 第4体育場
495 第4体育場
496 第4体育場
497 第4体育場
498 第4体育場
499 第4体育場
500 第4体育場



# 背景

- ・大学を取り巻く状況
- ・市としての取り組みの一環として
  - ◇2030年までにCO<sub>2</sub>排出原単位を50%削減。

つくば市、筑波大学、各所研究機構等が連携して取り組むため、つくば市環境都市推進委員会、並びに3Eフォーラムを発足



- ・全学を対象とした環境対策として
    - ◇地球温暖化対策に関する計画
- 地球温暖化対策に関する計画策定委員会を発足  
CO<sub>2</sub>排出原単位を毎年少なくとも2%削減目標

# 大学の環境対策への取り組み

## • 職員による取り組み

筑波大学環境報告書：<http://www.tsukuba.ac.jp/public/environment.html>

### ・植栽並びにグリーンカーテンの設置等

◇日射を遮り、蒸散作用を利用した温度の上昇を防ぎます（冷房使用の抑制）



### ・省エネルギー機器の導入等

◇LED照明、高効率設備等（EHP、GHP）の導入

◇集中監視装置による空調機の制御など。



# 再生可能エネルギー 関連の取り組み

- ・太陽光発電機の設置  
駐車場に設置されている外灯への供給  
大学会館A棟建屋電力への供給  
(電力供給状況は学生、外部の方々が見えるホール部分にディスプレイ表示)
- ・木質ペレット焚冷温水発生機の導入  
研究基盤総合センター(工作部門)の冷暖房設備の改修。



# 導入の経緯

- ・設備の老朽化による更新
- ・現在の中央機械室からの一括集中方式からの切り離し、及び各建屋毎の個別空調化の促進
- ・温暖化抑制の為、省資源・省エネルギー化を検討し、自然エネルギーの利用を検討
- ・地域新エネルギー等導入促進事業からの補助金の給付

# 地域新エネルギー等導入促進事業とは、 給付までの流れ

- 一般社団法人新エネルギー導入促進協議会（NEPC）にて行われている事業であり、新エネルギー等の導入並びに普及の促進を目的に設備導入事業費の一部補助を行っている。

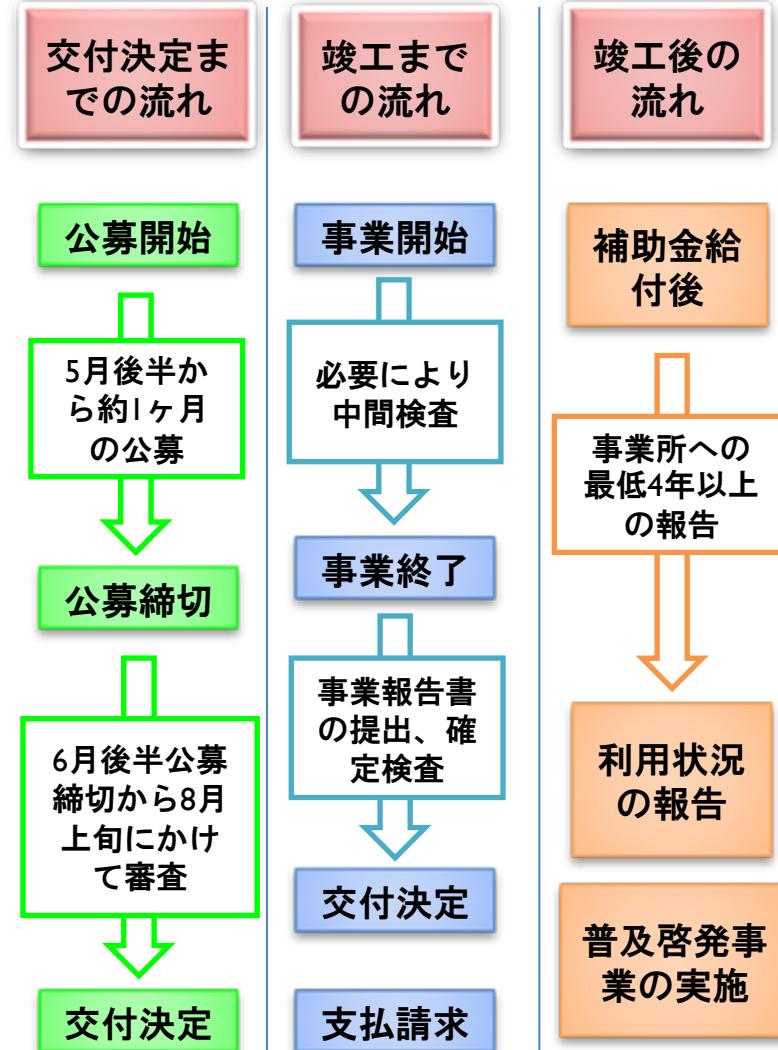
## ◇対象事業者

地方公共団体、非営利民間団体等

- 補助の条件として、継続して事業を行う事業者、並びに普及啓発事業を併せて実施する必要があります。（補助対象外）

例）ホームページ並びにパンフレット等によるPRなど。

平成22年度年間予定表



# 改修前後の冷暖房方式の変化

## 改修前

冷房時：水冷式チーリングユニット

暖房時：中央熱源を熱交換器に取り入れ

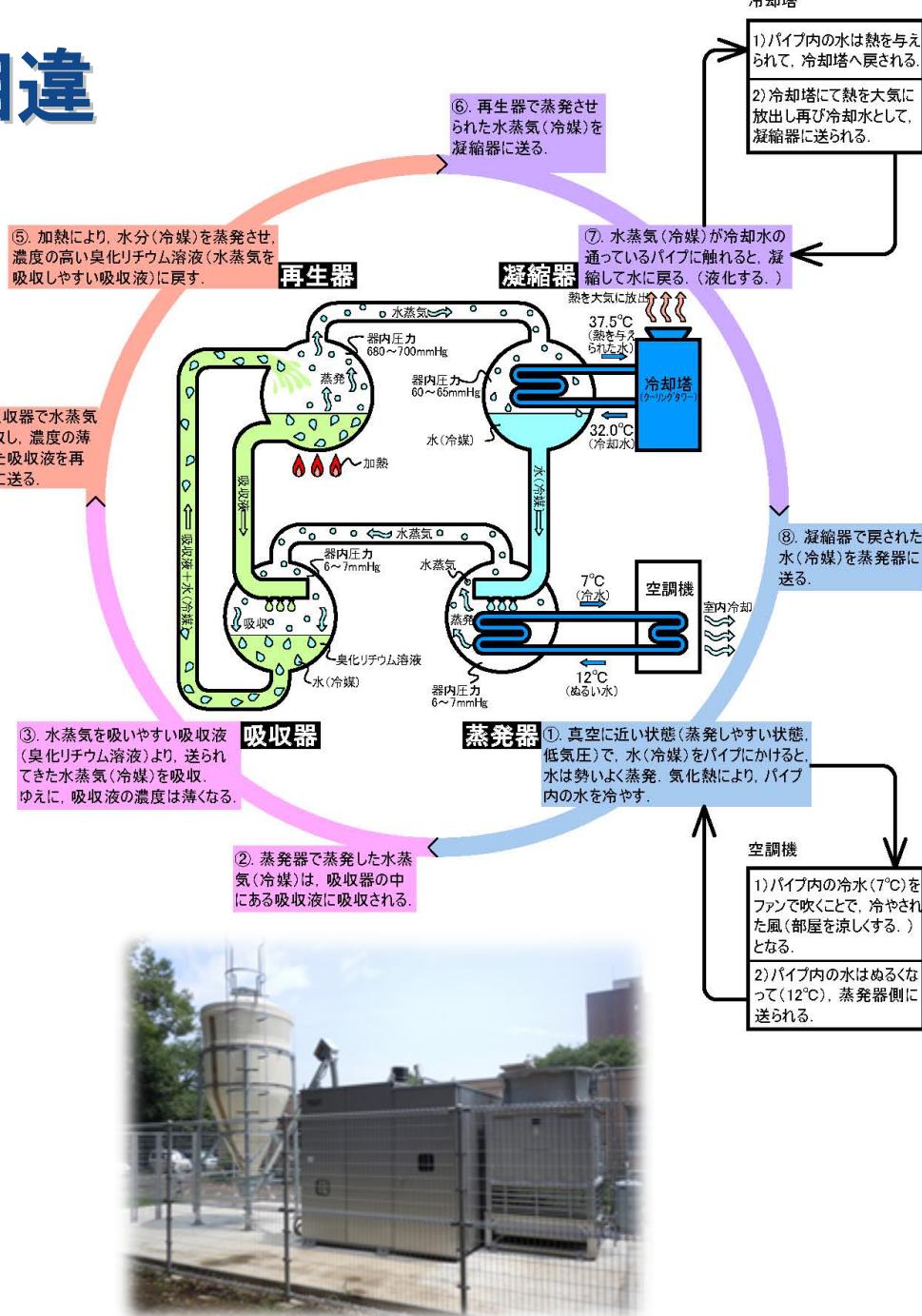


## ・改修後

暖冷房：木質ペレット焚冷温水発生  
機より冷熱源を確保

# 冷温水発生機の相違箇所について

通常の冷温水発生機との違いは、燃焼部の燃料が木質ペレットに変わっているところであり、冷温水配管並びにFCU等の機器に関しては大きな違いがないため既存設備を再利用する事が可能である。



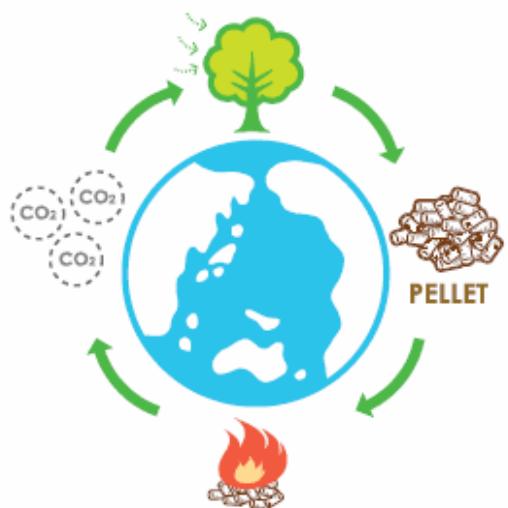
# 木質ペレットとは

- 間伐材や林地残材など製材副産物、未利用資源を圧縮成型した小粒の固体燃料  
**木質バイオマスペレット**とも呼ばれており、近年の原油価格高騰に対抗するコスト削減の観点から注目を浴びております。



## 特徴は

ペレット燃料のもとである樹木は成長過程で光合成する時に、CO<sub>2</sub>を吸収しています。それを燃やして出るCO<sub>2</sub>は、樹木が再び光合成をして大気中のCO<sub>2</sub>を吸収しながら成長し、また燃料として活用できる資源となります。この循環を「カーボンニュートラル」とい、大気中のCO<sub>2</sub>総量の増減に影響が無く、石油などの化石燃料を使用しない分だけ、CO<sub>2</sub>削減ができるエネルギーです。



# ランニングコスト及びCO<sub>2</sub>年間排出量の比較

## ・ ガス焚機器との比較

### ・ ランニングコスト

電力、水道に違いは無いが、燃料料金によりコストの低減が見込まれる。

### ・ CO<sub>2</sub>排出量

点火時には少量の燃焼ガスが必要となるが、燃焼材のカーボンニュートラルから、CO<sub>2</sub>削減が見込まれる。

ランニングコスト試算結果

項目	ガス焚吸収冷温水機			ペレット焚吸収冷温水機		
① 機器仕様 型式	アロエース	CH-K30HPC	× 1	アロエース	CH-KP30PS-ST(LP着火)	× 1
② 電力 料金	・ 基本料金 ・ 契約力率 ・ 夏季(冷房) ・ その他季(冷房) ・ 夏季(暖房) ・ その他季(暖房)	6.8kW 力率 0.85 2,185kWh/年 373kWh/年	133,661円/年 30,043円/年 4,721円/年	6.0kW 力率 0.85 2,024kWh/年 349kWh/年	117,936円/年 27,829円/年 4,415円/年	
	・ 合計	5,107kWh/年	200,668円/年	5,211kWh/年	186,084円/年	
運転日数	冷房：70日／年 暖房：100日／年			空調負荷 ピーク負荷	冷房：89kW 暖房：68kW	
運転時間	冷房：AM8:00～18:00 暖房：AM8:00～18:00			年間負荷	冷房：87,923MJ/年 暖房：170,471MJ/年	
④ L Pガス	・ 冷房 ・ 暖房	854m <sup>3</sup> /年 2,035m <sup>3</sup> /年	341,722円/年 814,033円/年	156m <sup>3</sup> /年 89m <sup>3</sup> /年	62,329円/年 35,456円/年	
⑤ 灯油	・ 冷房 ・ 暖房					
⑥ A重油	・ 冷房 ・ 暖房					
⑦ 木質ペレット	・ 冷房 ・ 暖房			3,381kg/年 10,050kg/年	159,766円/年 474,872円/年	
⑧ 水道料金		95m <sup>3</sup> /年	23,811円/年	95m <sup>3</sup> /年	23,811円/年	
⑨ 保守料金			200,000円/年		250,000円/年	
ランニングコスト合計			1,580,235円/年		1,192,319円/年	
〃 基額			-		-387,916円/年	
〃 比率			100.0 %		75.5 %	
CO <sub>2</sub> 排出量			20.2 t-CO <sub>2</sub> /年		4.4 t-CO <sub>2</sub> /年	
CO <sub>2</sub> 排出量差分			-		-15.8 t-CO <sub>2</sub> /年	
CO <sub>2</sub> 排出量比率			100.0 %		21.6 %	
ペレット利用率	冷房 冷暖房合計	- -	暖房 -	冷房 冷暖房合計	80.0 % 91.0 %	暖房 95.4 %

料金表

	ガス焚吸収冷温水機	ペレット焚吸収冷温水機
電力会社	東京電力	東京電力
電力料金	契約名称 業務用電力 基本料金 従量単価 夏季 その他季	業務用電力 1,638.00 円/kWh・月 13.75 円/kWh 12.65 円/kWh
L Pガス単価	400.0 円/m <sup>3</sup>	400.0 円/m <sup>3</sup>
木質ペレット単価		47.3 円/kg
上下水道料金	250.0 円/m <sup>3</sup>	250.0 円/m <sup>3</sup>

燃料発熱量・CO<sub>2</sub>排出係数

	高位発熱量	低位発熱量	CO <sub>2</sub> 排出原単位	備考
電力	3.6MJ/kWh	860kcal/kWh	3.6MJ/kWh	0.555 kg-CO <sub>2</sub> /kWh
都市ガス	46.0MJ/m <sup>3</sup>	11,000kcal/m <sup>3</sup>	41.6MJ/m <sup>3</sup>	9,940kcal/m <sup>3</sup>
L Pガス	100.5MJ/m <sup>3</sup>	24,000kcal/m <sup>3</sup>	91.3MJ/m <sup>3</sup>	21,800kcal/m <sup>3</sup>
灯油	36.7MJ/L	8,767kcal/L	34.8MJ/L	8,320kcal/L
A重油	39.1MJ/L	9,341kcal/L	36.3MJ/L	8,670kcal/L
木質ペレット			16.8MJ/kg	4,013kcal/kg
水道				
CO <sub>2</sub> 削減メリット				

# デメリット

- ランニングコストが高い

都市ガスの大口契約のため、木質ペレットと比較した際に、コストが高くなってしまう。

- メンテナンス

木質ペレットの燃焼カスを定期的に取り出す等のメンテナンスが必要である。

- 燃料導入スペースの確保

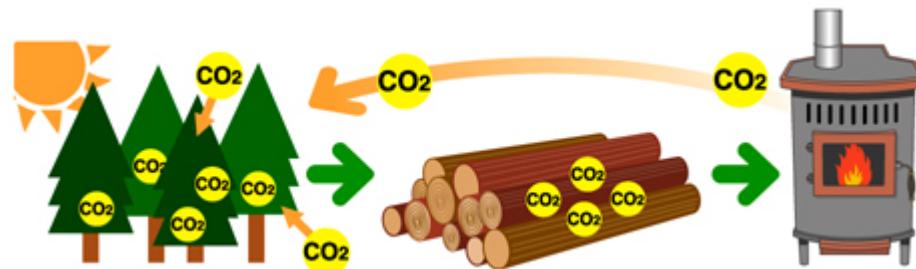
機器置き場の他に木質ペレット搬入車輌などの経路の確保が必要となる。



# メリット

- CO<sub>2</sub>削減効果及び大気汚染物質の低減

都市ガス等の化石燃料の利用が少ない為、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>といった大気汚染物質を排出せず、間伐材等を原料とするため、カーボンニュートラルでCO<sub>2</sub>の削減が可能である。



- 既存設備を利用した改修作業

熱源から空調機までの構造に大きな違いがないため、大幅な改修工事を必要とせず、既存設備の再利用が可能である。

- 機器設置に関して

屋外に機器の設置が出来るため、機器設置スペースを確保しやすい。

# 今後の予定

## ● 機器の更新

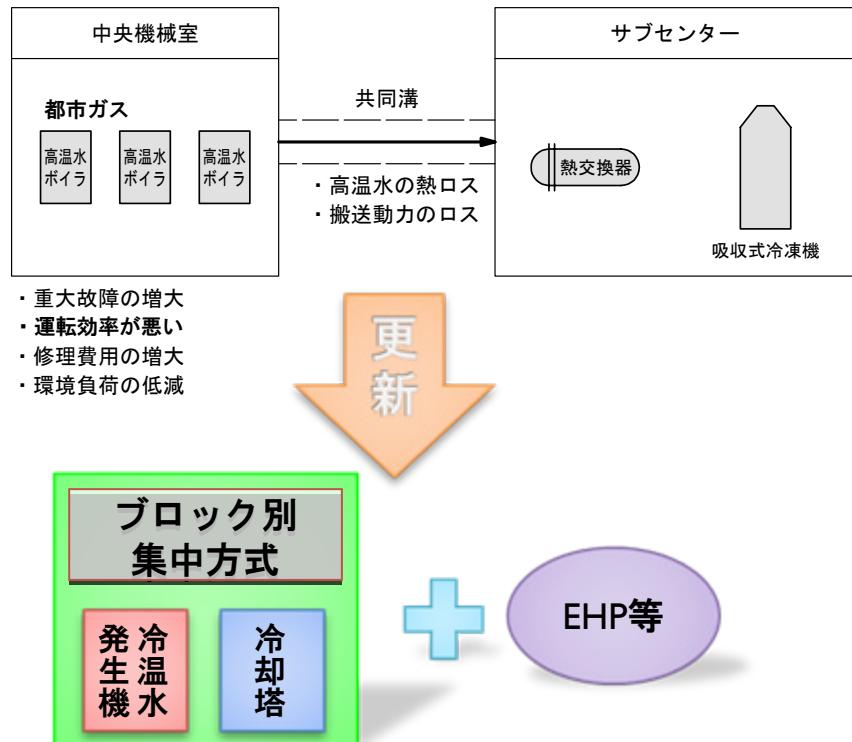
農場温室用ボイラーや中央熱源冷暖設備のブロック型集中方式へ改修した際の木質ペレット焚設備の導入

## ● 普及啓発活動

学内イベントでのPR物の配布、並びにHPにて普及活動

本学でのPR活動（施設部HP）：

[http://www.sakura.cc.tsukuba.ac.jp/~shisetsu/mokusitu\\_pettet.pdf](http://www.sakura.cc.tsukuba.ac.jp/~shisetsu/mokusitu_pettet.pdf)



### 木質ペレット焚冷温水発生機

[研究基盤総合センター（工作部門）]

#### ◎設備概要

設置場所	研究基盤総合センター（工作部門）
完成年月	平成22年12月
設備構成	木質ペレット焚冷温水発生機・冷却塔・冷却水ポンプ 冷温水ポンプ・ペレットタンク・ペレット搬送機
冷房能力	105 kW
暖房能力	88.4 kW
冷房効率	COP 1.05
暖房効率	COP 0.83
消費電力	冷房7.2kW 暖房4.6kW
燃料種類	木質ペレット（着火時のみ都市ガス使用）

#### ◎特徴

- ・間伐材・林地廃材等を原料とした木質ペレットを燃料とするため、カーボンニュートラルで56%のCO<sub>2</sub>削減が可能（都市ガスと比較）
- ・木質ペレットを燃料とするため、硫黄・窒素酸化物等を排出しない
- ・木質ペレットを使用することで、森林整備に貢献
- ・燃燒灰も肥料等として再利用可能



#### ◎省エネ・CO<sub>2</sub>削減効果

- ・都市ガス燃料と比較した場合 CO<sub>2</sub> 28t/a 年 削減可能  
(冷房600kW/a 暖房800kW/a 運転した場合)

# 事業事例、取り組みについて

## 地方では

寒冷・積雪地域では化石燃料に代わる燃料、設備としての利用、未利用材などを使用することによる森林整備、地域林業の活性化をはかる循環型社会を目的とし、CO<sub>2</sub>削減量を排出量として売却出来る**国内クレジット制度**を利用し、地域財源に利用している。

## 大学では

ペレットの燃焼灰を、  
学内農地の肥料として  
利用を検討しています。

（現在は燃焼灰が年間ドラム缶  
1本程度であるため検討中）



# まとめ

- 木質ペレット製造施設、冷暖房機器設備は、国内での普及はまだ少なく選定箇所が難しいが、給付補助事業や地域産業の発展などがあり、今後の発展が見込まれる分野であると考えられる。
- CO<sub>2</sub>、燃料コストの削減が見込まれ、集中型冷暖設備並びにボイラー設備においては選定の幅が広がるものと考えられる。



温暖化ガスの削減、環境循環型エネルギーの実現に今後の可能性がみられる。



- ・御清聴ありがとうございました。