

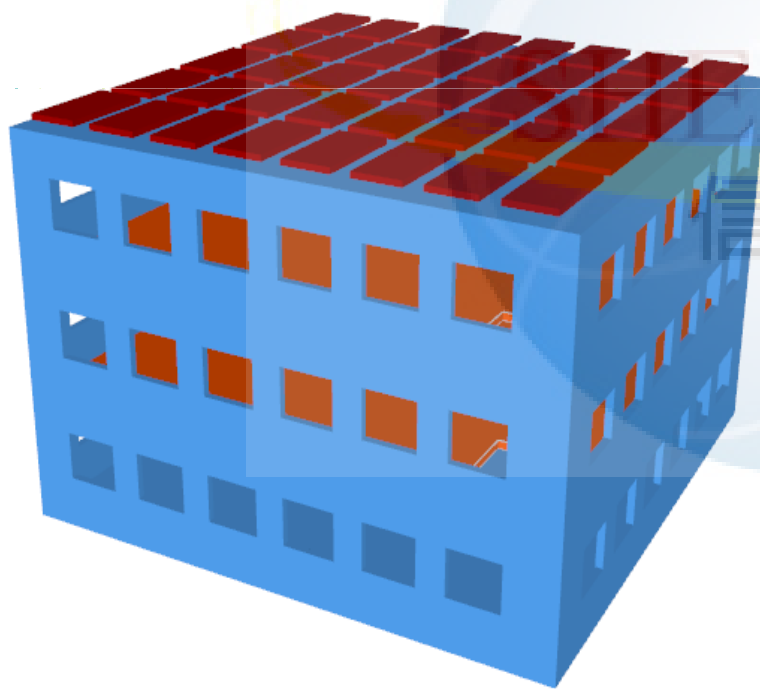
# 太陽輻射案例

熱流分析-BENCHMARK

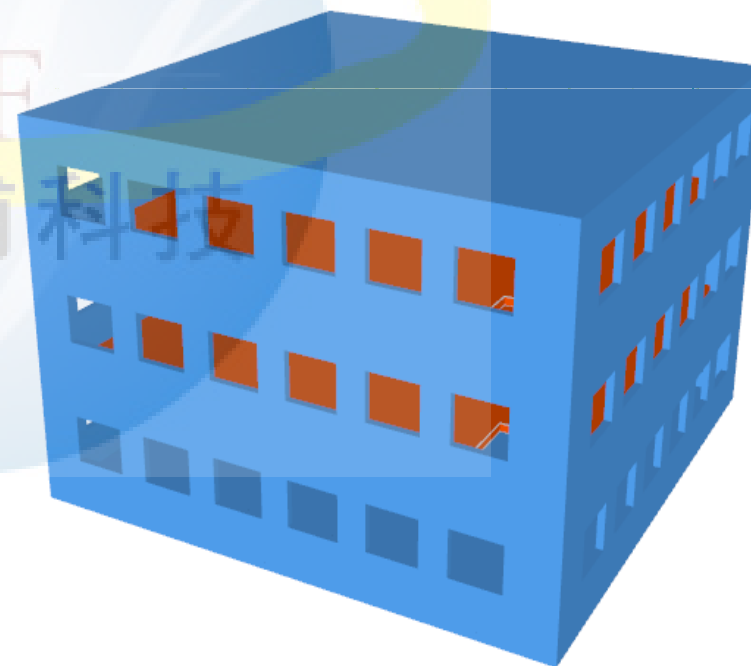
執行者：信甫科技研發團隊

## 分析目的

客戶提供模擬分析之參數，信甫科技進行熱流模擬分析，並比較加入太陽能板後室內溫度之變化。



Case A：建築物上方加太陽能板。



Case B：建築物上方未加太陽能板。

# 太陽輻射功能

6SigmaET 包含太陽輻射強度資料庫，使用者輸入所在位置之經緯度，則軟體可自動計算所在位置之輻射強度；還可以計算雲層、濕度、可見度對太陽輻射之影響。最後軟體能夠在後處理中顯示每個物件承受多少太陽輻射量。

Date MM/DD	Time	Azimuth Degree	Elevation Degree	Solar Intensity W/m <sup>2</sup>	Ix	Iy	Iz
12/01	上午 09:00:00	41.183	6.06369	262.582	0.186623	-0.105634	-0.976736
12/01	上午 10:00:00	28.176	11.31168	458.278	0.296075	0.196224	0.897004
12/02	上午 09:00:00	41.1258	5.94689	257.53	0.187638	-0.103606	-0.976759
12/02	上午 10:00:00	28.1344	11.1935	454.602	0.396896	-0.194123	-0.897101
12/03	上午 09:00:00	41.0715	5.83602	252.711	0.1886	-0.101682	-0.976776
12/03	上午 10:00:00	28.095	11.0764	451.08	0.397673	-0.192118	-0.897188
12/04	上午 09:00:00	41.0202	5.73112	248.13	0.18951	-0.0998602	-0.976787
12/04	上午 10:00:00	28.0577	10.9656	447.72	0.398407	-0.19022	-0.897267
12/05	上午 09:00:00	40.9719	5.63223	243.795	0.190367	-0.0981427	-0.976795
12/05	上午 10:00:00	28.0226	10.8612	444.525	0.399097	-0.18843	-0.897338
12/06	上午 09:00:00	40.9265	5.53937	239.71	0.191171	-0.0965298	-0.976799
12/06	上午 10:00:00	27.9896	10.7631	441.503	0.399743	-0.186749	-0.897402
12/07	上午 09:00:00	40.8841	5.45258	235.88	0.191922	-0.0950219	-0.976799
12/07	上午 10:00:00	27.9589	10.6715	438.659	0.400346	-0.185177	-0.897459
12/08	上午 09:00:00	40.8447	5.37187	232.311	0.19262	-0.0936196	-0.976797
12/08	上午 10:00:00	27.9303	10.5863	435.997	0.400906	-0.183716	-0.897509
12/09	上午 09:00:00	40.8083	5.29728	229.004	0.193264	-0.0923234	-0.976793
12/09	上午 10:00:00	27.9039	10.5075	433.524	0.401423	-0.182364	-0.897554
12/10	上午 09:00:00	40.7748	5.22883	225.965	0.193855	-0.0911336	-0.976788
12/10	上午 10:00:00	27.8786	10.4352	431.243	0.401866	-0.181123	-0.897593

Simulation Results

- Surface Temperature
- Volume Temperature
- Heat Fluxes
  - Summary
    - Heat Conduction In 21.482 W
    - Heat Conduction Out 4.68745 W
    - Heat Convection In 0.01638 W
    - Heat Convection Out 40.638 W
    - Heat Radiation In 0 W
    - Heat Radiation Out 4.67684 W
    - Embedded Heating 0 W
    - Solar Heating 29.111 W**

太陽額外供給29W的熱量!!

輸入所在位置之經緯度，軟體自動計算所在位置之輻射強度；

後處理中顯示每個物件承受多少太陽輻射量；

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

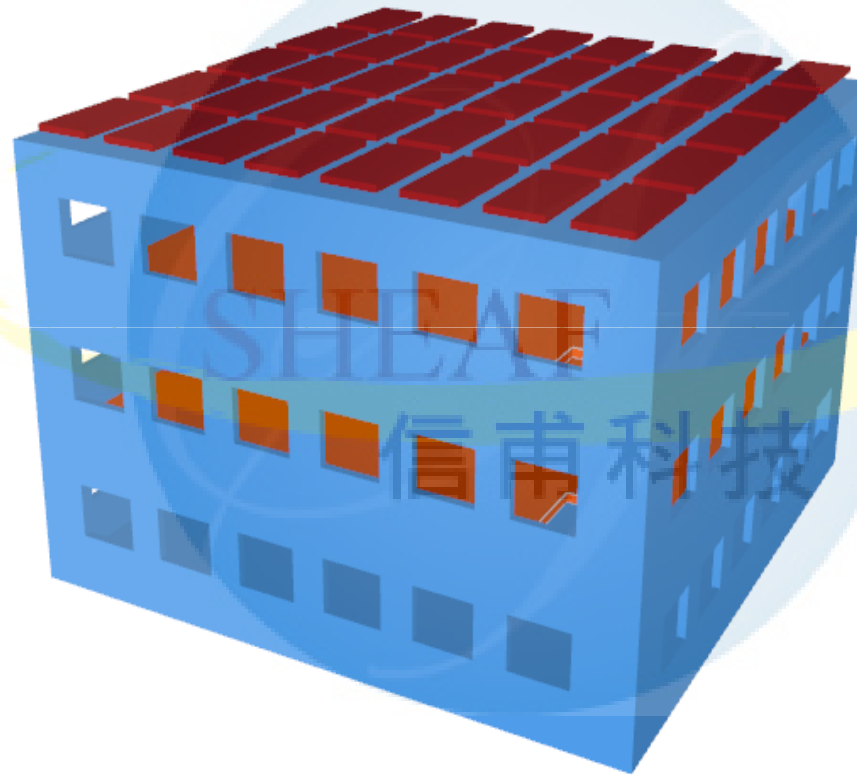
數值運算設定

設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果



Property Sheet	
Installed	Yes
Identification	
Type	Server
Manufacturer	
Model	Chassis
Part Number	
Reference Designator	CH1
Description	
Geometry	
Height	10000 mm
Width	15000 mm
Depth	15000 mm
Placement	
Origin Point	Low Corner
X Location	2500 mm
Y Location	0 mm
Z Location	2500 mm
Orientation	
Rotation Mechanism	Ordered
Rotation Order	YZX
Angle 1	0 degrees
Angle 2	0 degrees
Angle 3	0 degrees
Display Options	
Colour	180,180,180
Render Style	Transparent
Transparency	70 %
Hidden	No
Simulation Results	
Temperature In	
Temperature Out	
In Flow	
Out Flow	
Heat Flow	

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

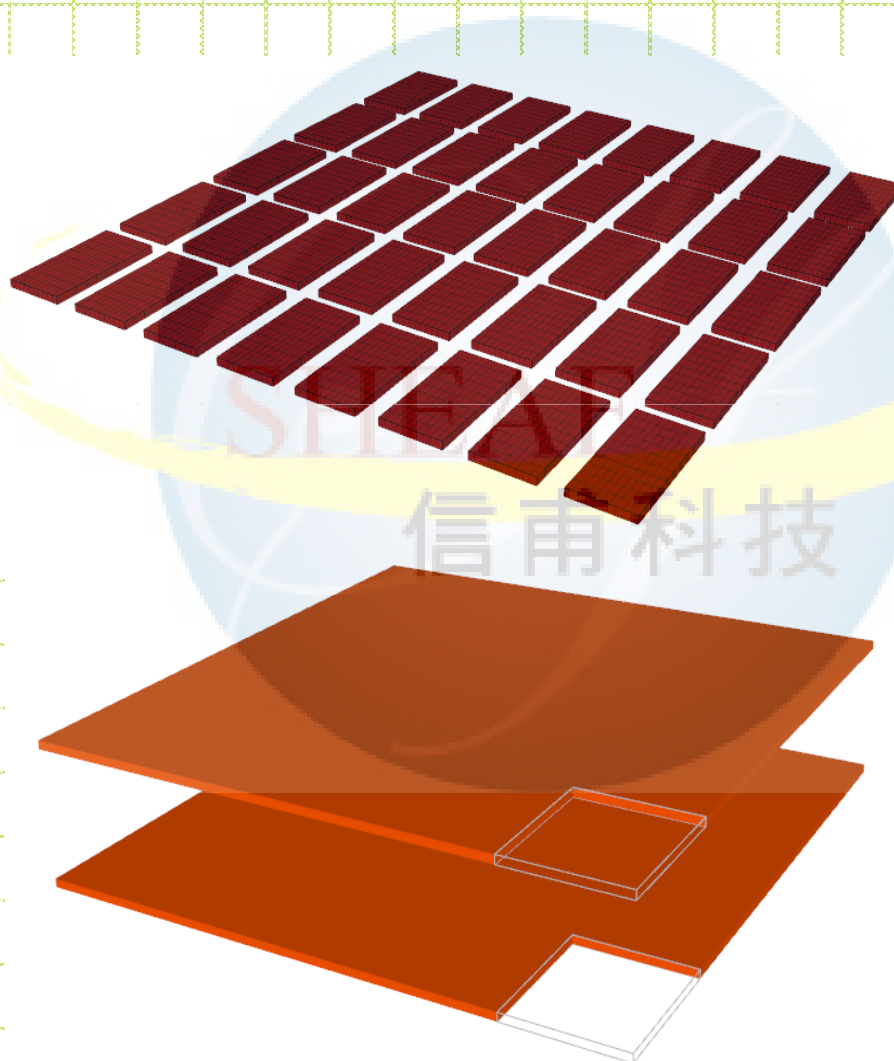
數值運算設定

設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果



Property Sheet	
Installed	Yes
Name	Solar plate
Layer Type	Chassis
▲ Geometry	
Shape	<input type="checkbox"/> Cuboid
Modelling Level	Thick
Height	2600 mm
Width	1300 mm
Depth	150 mm
▲ Placement	
Origin Point	Low Corner
X Location	593 mm
Y Location	10217 mm
Z Location	232 mm
▲ Orientation	
Rotation Mechanism	Ordered
Rotation Order	XZY
Angle 1	90 degrees
Angle 2	0 degrees
Angle 3	0 degrees
▲ Cooling	
Modelling Detail	Full
Heat Option	Total Heat
Heat Dissipated	0 W
Material	Si
▲ Display Options	
Colour	170,0,0
Render Style	Solid
Hidden	No
▲ Simulation Results	
▶ Surface Temperature	
▶ Volume Temperature	
▶ Heat Fluxes	
Embedded Heating	0 W
Solar Heating	676 W

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

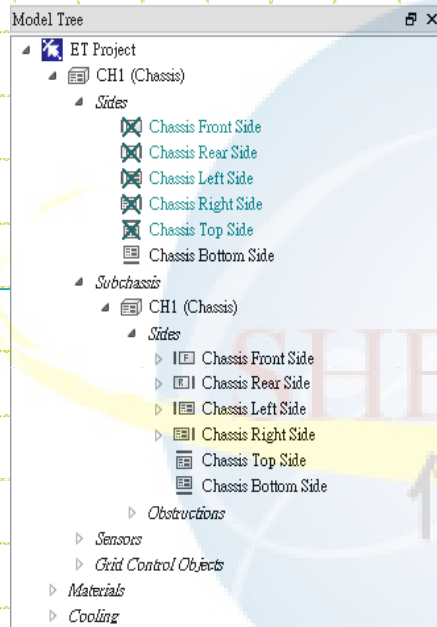
數值運算設定

設定輻射相關參數

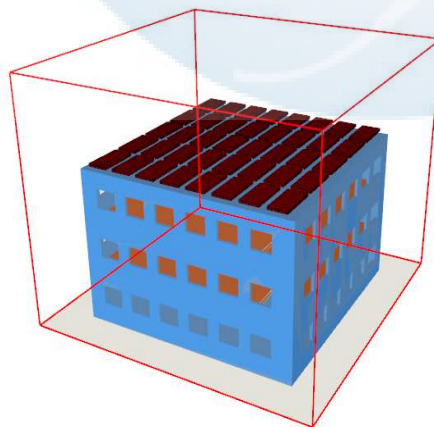
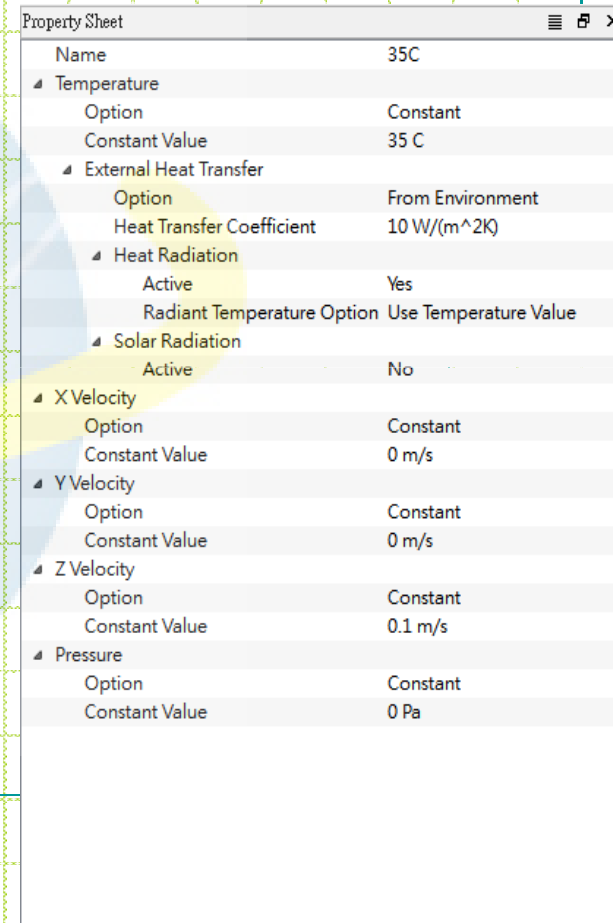
軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果



設定計算域邊界條件(如開口、壁面等)，並設定環境溫度。



# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果

Property Sheet	
Solution Type	Flow and Temperature
Transient	
Time Varying	No
Iterations	
Number of Iterations	10000
Monitor Interval	1
Turbulence	
Model	Standard KE
Gravity	
Active	Yes
Definition	
Gx	0 m/s <sup>2</sup>
Gy	-9.81 m/s <sup>2</sup>
Gz	0 m/s <sup>2</sup>
Reference Temperature Option	Auto
Flow Objects	
Solar Radiation	
Heat Radiation	
Joule Heating	
Device Relaxation	
Termination Factor	
Grid	
Limit Maximum Cell Size	No
Cell Count Target	500000
Minimum Gap Size	10 mm
Enable Heat Conduction Gridding	Yes
Use Advanced Grid Controls	Yes
Use Inflation	Yes
Grid Summary	
Auto (Unlimited) Cell Count	18446744072619859360
Grid Size	122 x 71 x 90 (779580 cells)
Largest Cells	
Smallest Cells	
Maximum Aspect Ratio	17.8571 (X/Z)
Maximum Expansion Ratio	17.2857 @ Z = 2.7 m
Miscellaneous	
Thermal Resistor Network	
Variables	

設定計算條件，包含穩態暫態設定、紊流層流選項、計算步數、重力方向、是否要開輻射計算等。網格數目亦是在此指定，之後系統自動生成網格。

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果

Solar Intensity Calculator Dialog

Calculated  
 User Defined

Start Date 01/12/2010  
 End Date 31/12/2010  
 Start Time 09:00:00  
 End Time 10:00:00  
 Interval 60 min  
 Latitude 52 degrees  
 Orientation 52 degrees  
 Cloudiness 0  
 Moisture 0.0045 kg/kg  
 Visibility 50 km

Date MM/DD	Time	Azimuth Degree	Elevation Degree	Solar Intensity W/m <sup>2</sup>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>
12/01	上午 09:00:00	41.183	6.06369	262.582	0.186623	-0.105634	-0.976736
12/01	上午 10:00:00	28.176	11.3168	458.278	0.396075	-0.196234	-0.897004
12/02	上午 09:00:00	41.1258	5.94689	257.53	0.187638	-0.103606	-0.976759
12/02	上午 10:00:00	28.1344	11.1935	454.602	0.396896	-0.194123	-0.897101
12/03	上午 09:00:00	41.0715	5.83602	252.711	0.1886	-0.101682	-0.976776
12/03	上午 10:00:00	28.095	11.0764	451.08	0.397673	-0.192118	-0.897188
12/04	上午 09:00:00	41.0202	5.73112	248.13	0.18951	-0.0998602	-0.976787
12/04	上午 10:00:00	28.0577	10.9656	447.72	0.398407	-0.19022	-0.897267
12/05	上午 09:00:00	40.9719	5.63223	243.795	0.190367	-0.0981427	-0.976795
12/05	上午 10:00:00	28.0226	10.8612	444.525	0.399097	-0.18843	-0.897338
12/06	上午 09:00:00	40.9265	5.53937	239.71	0.191171	-0.0965298	-0.976799
12/06	上午 10:00:00	27.9896	10.7631	441.503	0.399743	-0.186749	-0.897402
12/07	上午 09:00:00	40.8841	5.45258	235.88	0.191922	-0.0950219	-0.976799
12/07	上午 10:00:00	27.9589	10.6715	438.659	0.400346	-0.185177	-0.897459
12/08	上午 09:00:00	40.8447	5.37187	232.311	0.19262	-0.0936196	-0.976797
12/08	上午 10:00:00	27.9303	10.5863	435.997	0.400906	-0.183716	-0.897509
12/09	上午 09:00:00	40.8083	5.29728	229.004	0.193264	-0.0923234	-0.976793
12/09	上午 10:00:00	27.9039	10.5075	433.524	0.401423	-0.182364	-0.897554
12/10	上午 09:00:00	40.7748	5.22883	225.965	0.193855	-0.0911336	-0.976788
12/10	上午 10:00:00	27.8796	10.4352	431.243	0.401806	-0.181123	-0.897593

Intensity 200 W/m<sup>2</sup>

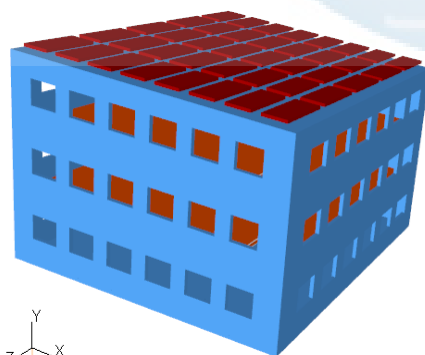
Direction  
 I<sub>x</sub> 0  
 I<sub>y</sub> -1  
 I<sub>z</sub> 0

Calculate Intensity      Select      Close

Property Sheet

Solution Type Flow and Temperature

- ▷ Transient
- ▷ Iterations
- ▷ Turbulence
- ▷ Gravity
- ▷ Flow Objects
  - ▲ Solar Radiation
    - Active Yes
    - Intensity 200 W/m<sup>2</sup>
    - Direction
      - I<sub>x</sub> 0
      - I<sub>y</sub> -1
      - I<sub>z</sub> 0
    - Ignore Reflected Radiation Yes
    - Face Subdivision 2
  - ▲ Heat Radiation
    - Active Yes
    - View Factor
      - Use Object Surface Splitter Yes
      - Minimum Area Threshold 0.1 %
  - ▷ Joule Heating
  - ▷ Device Relaxation
  - ▷ Termination Factor
  - ▷ Grid
  - ▷ Miscellaneous
  - ▷ Thermal Resistor Network
  - ▷ Variables



設定太陽輻射相關參數，包含太陽照射強度、照射方向等。





# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

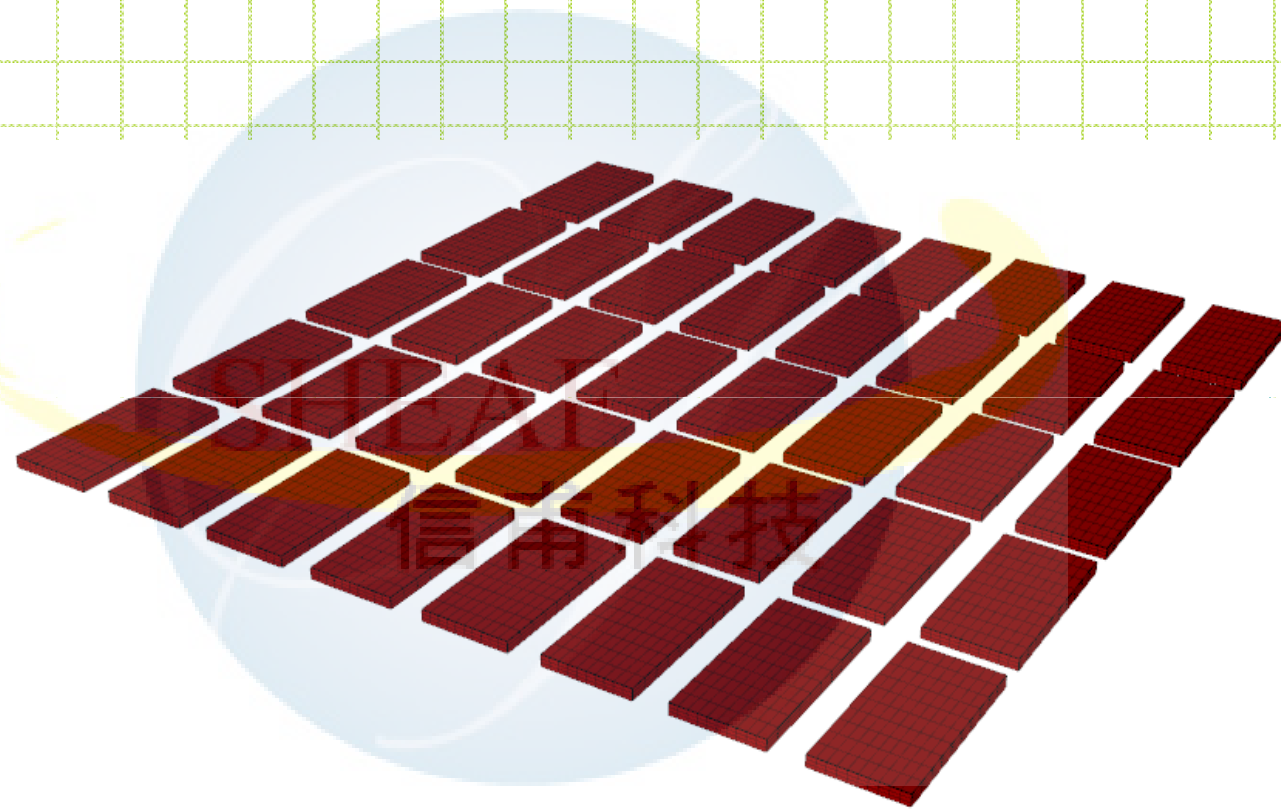
數值運算設定

設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果



1秒鐘就可生成78萬網格！！

固體網格。

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

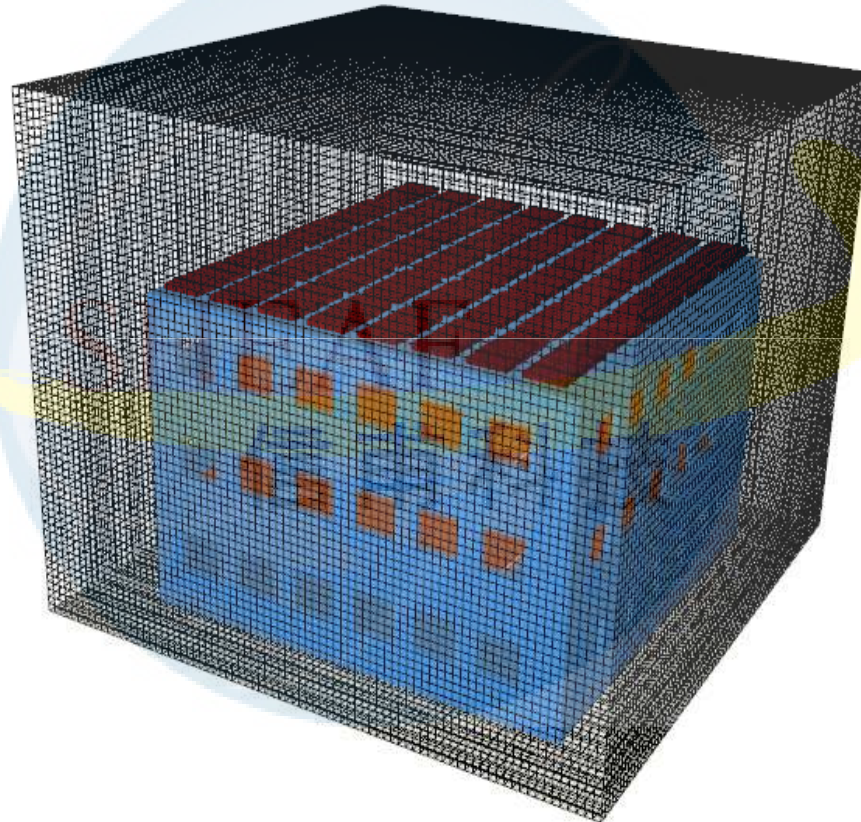
數值運算設定

設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果



1秒鐘就可生成78萬網格！！

系統自動生成網格，並切割流固體積。

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

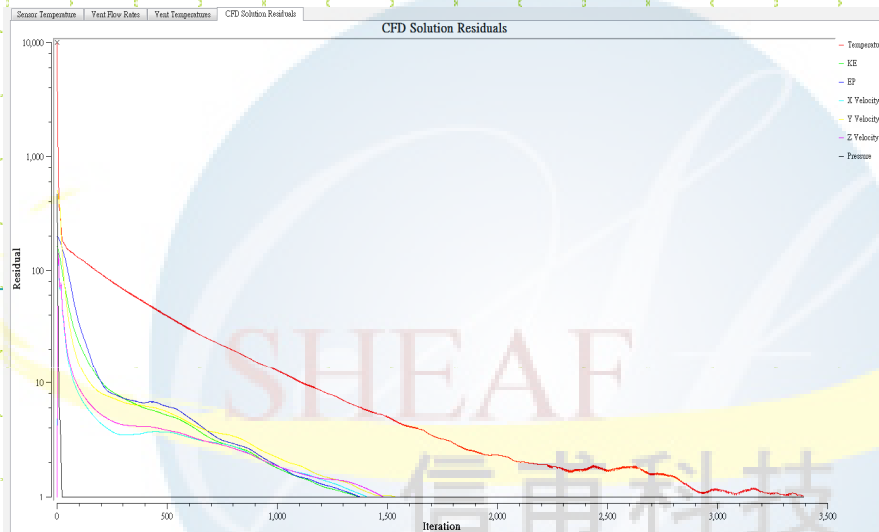
數值運算設定

設定輻射相關參數

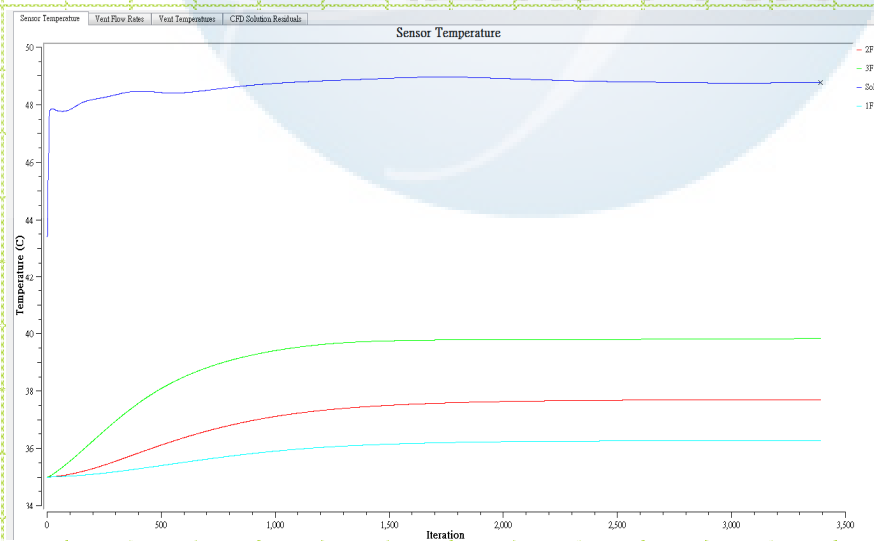
軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果



檢視溫度收斂曲線、速度收斂曲線、壓力收斂曲線、能量收斂曲線等。



# 計算結果資訊

- 網格數目: 約78萬
- 硬體等級
  - CPU: Intel XEON W3550 3.07G
  - MEMORY: 3.5G
- 計算時間: 1小時03分鐘(開4核心平行計算)

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

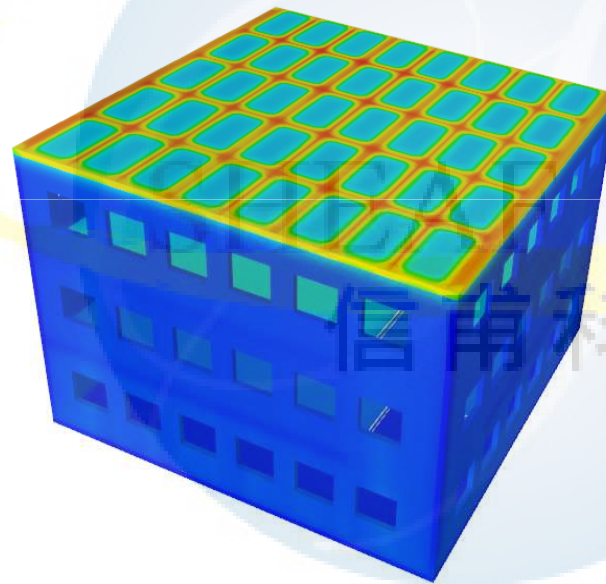
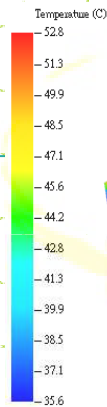
設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

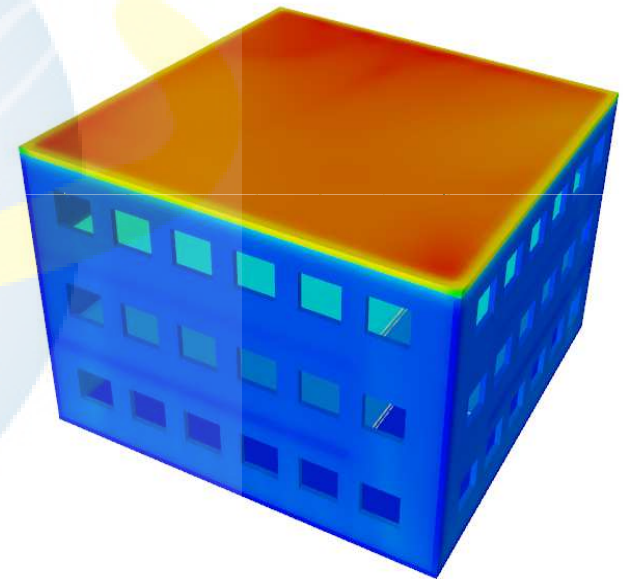
計算求解

觀看分析結果

建築物屋頂 & 外觀溫度分布



Case A



Case B

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

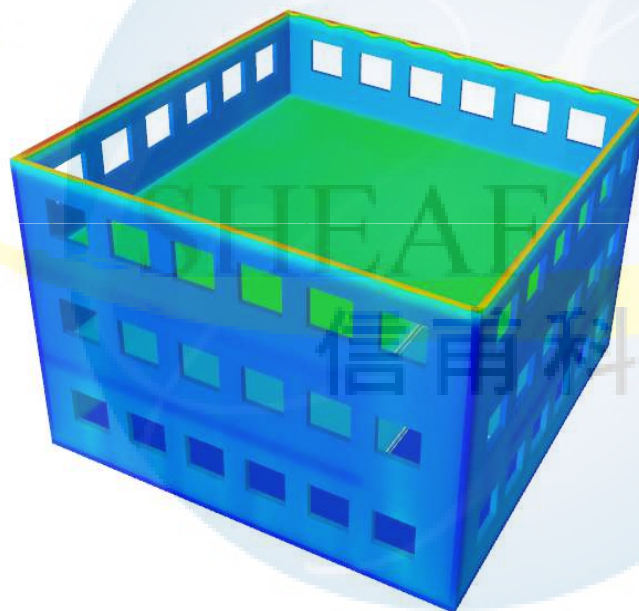
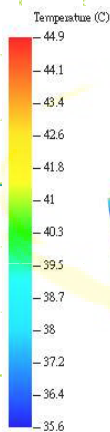
設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

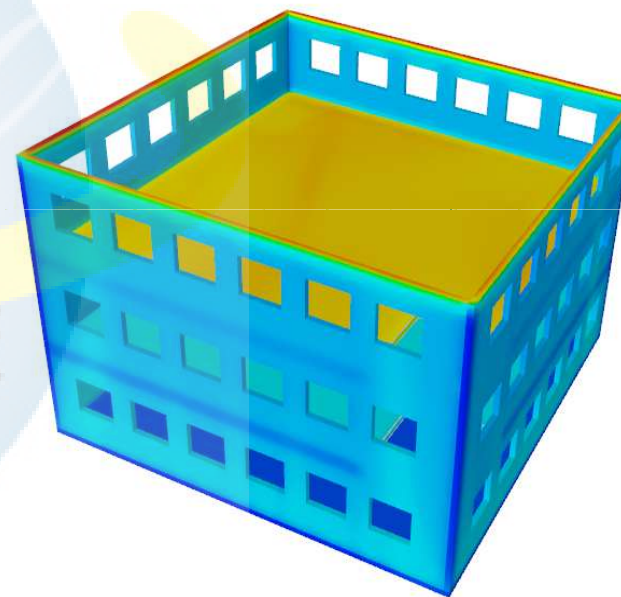
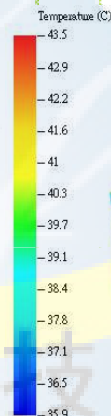
計算求解

觀看分析結果

建築物三樓溫度分布



Case A



Case B

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

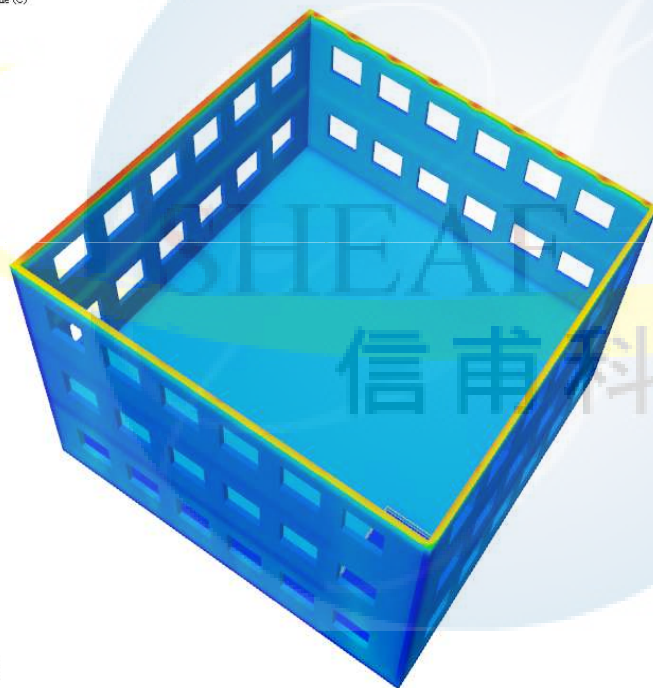
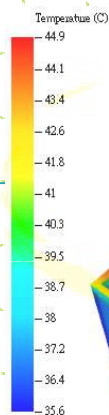
設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

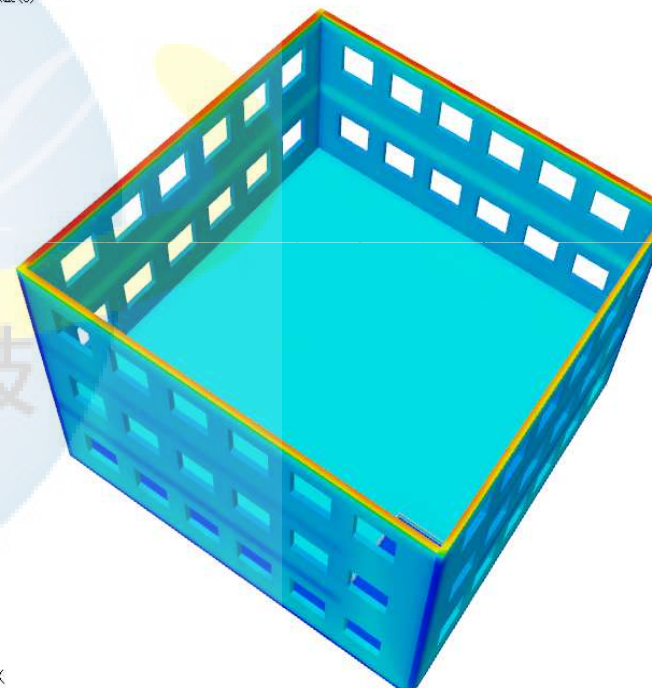
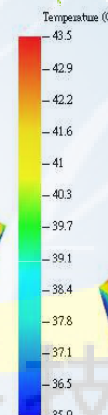
計算求解

觀看分析結果

建築物二樓溫度分布



Case A



Case B

# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

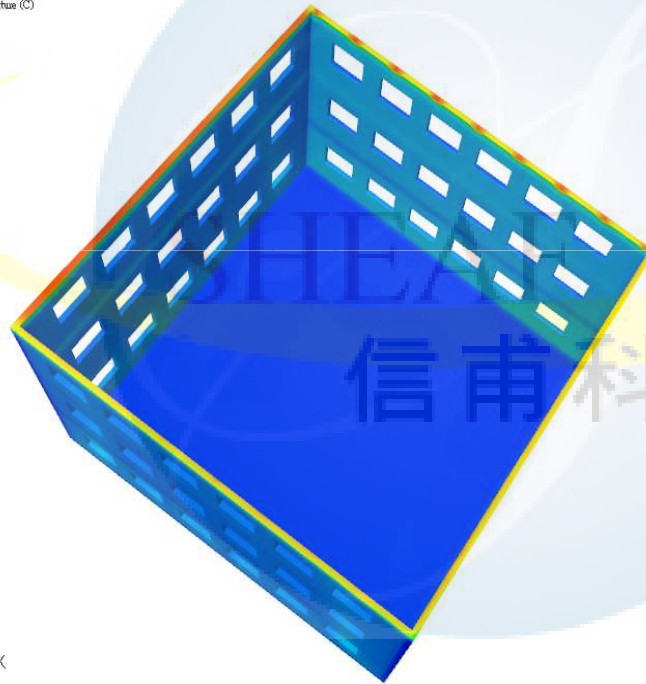
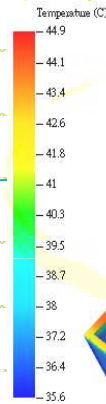
設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

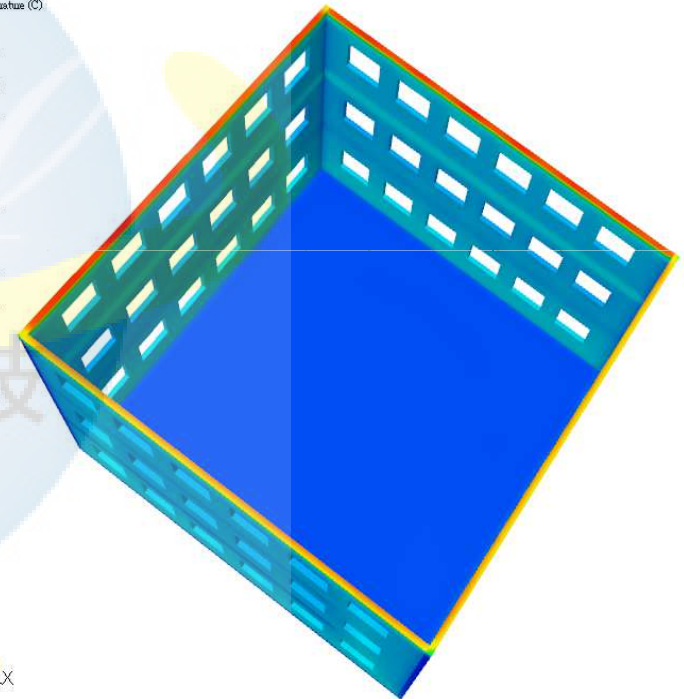
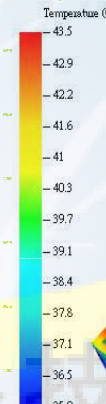
計算求解

觀看分析結果

建築物一樓溫度分布



Case A



Case B



# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

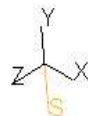
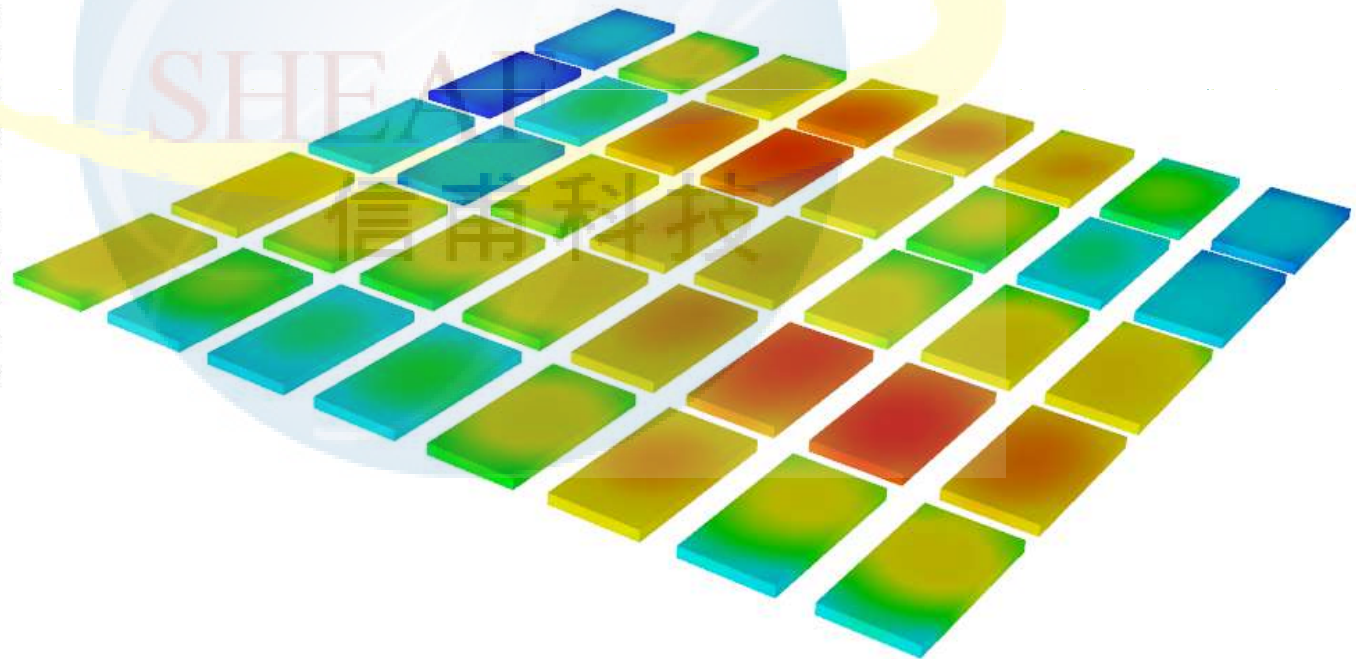
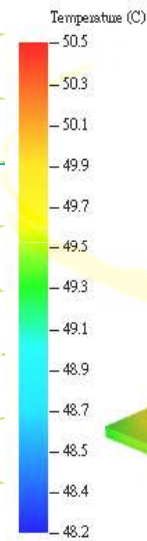
設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果

太陽板溫度分布



# 軟體分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

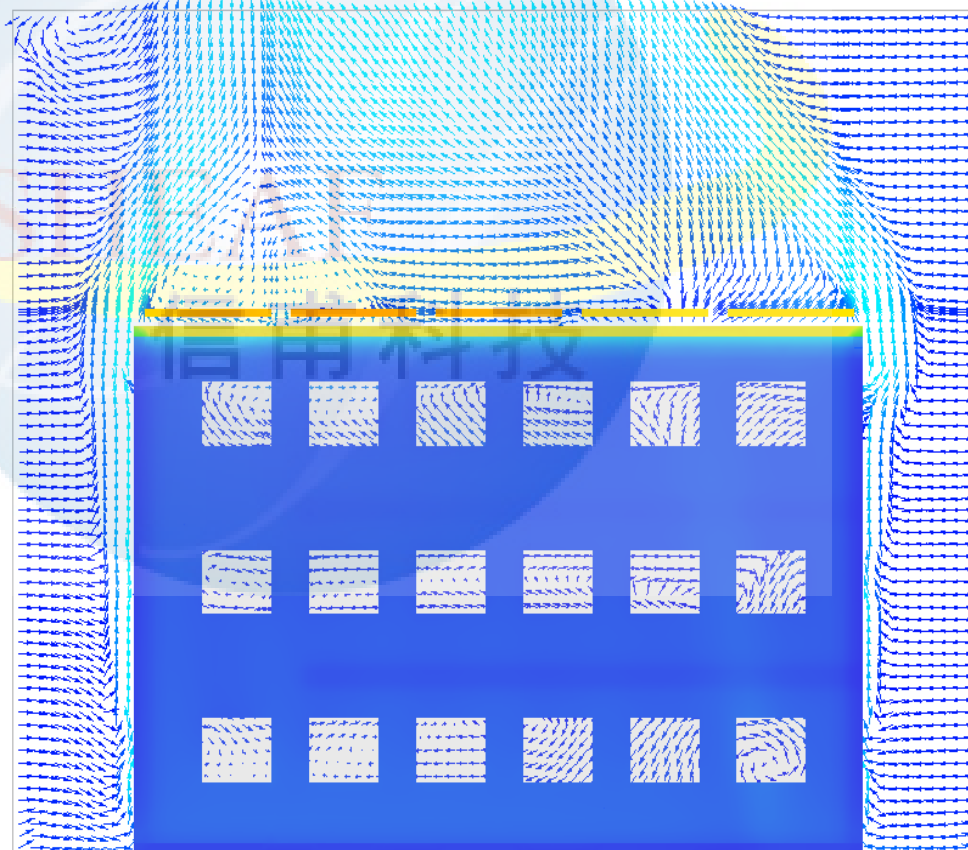
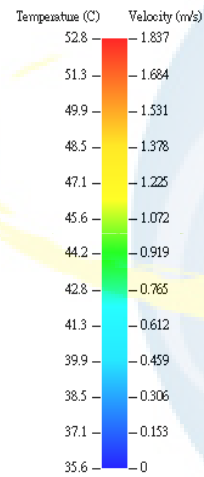
設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果

溫度分布 & 速度分布同時顯示



# 分析流程

建立外觀幾何

設定材料 & 發熱瓦數

定義邊界條件

數值運算設定

設定輻射相關參數

軟體自動切割流體區域

計算求解

觀看分析結果

## Case A與Case B室內溫度分布比較

Table View		
	Sensor Temperature	Chassis Summary
	ET Project - I-equipment - Baseline	ET Project - I-equipment - Without SolarPlate
1F	36.27	36.59
2F	37.7	38.51
3F	39.83	41.7
SolarPlate	48.78	

## 結論

由於此模擬目的在於展示可藉由使用計算流體力學軟體，進行電腦運算，其數據結果與真實實驗量測數據進行較，兩者的數值相差不遠。

故可證明使用計算流體力學軟體來作為熱流問題的分析模擬是一個可行的方案。藉由軟體的協助可以讓設計人員快速的在短時間內，得到問題的答案。除了縮短開發時程外還可節省公司經費。

# 歡迎諮詢指導