

**อิทธิพลของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจาก  
โทรศัพท์มือถือที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการดูดกลืน  
พลังงานจำเพาะและการเพิ่มอุณหภูมิในศีรษะมนุษย์**

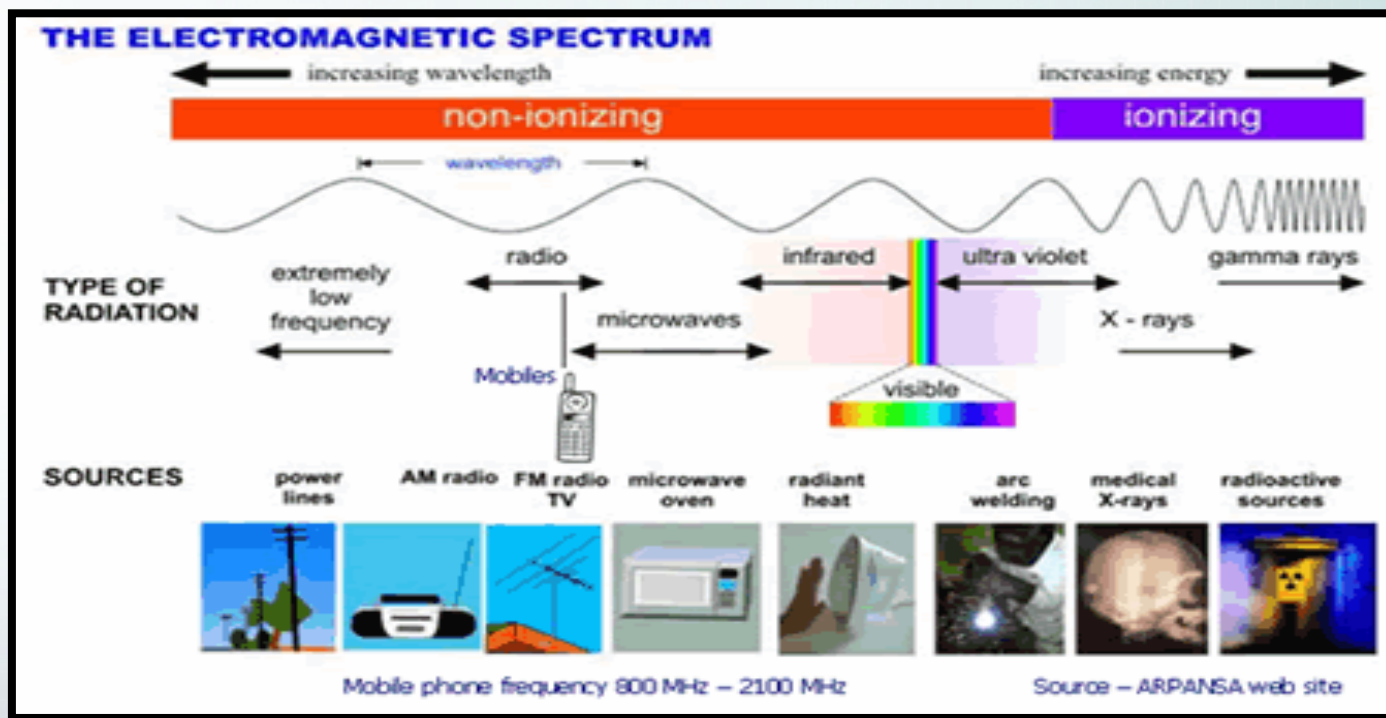
**(AN INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC  
WAVE FROM MOBILE PHONE ON SPECIFIC  
ABSORPTION RATE AND TEMPERATURE  
INCREASE IN HUMAN'S HEAD)**

อาจารย์ที่ปรึกษา: ศ. ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช

ผู้จัดทำ: วัจน์กร คุณอมรเลิศ, จันทกานต์ นุรักษา, อภิชาติ แซ่ซื่อ

# ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบัน โทรศัพท์มือถือได้เข้ามามีบทบาทกับมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยโทรศัพท์มือถือทำหน้าที่ทั้งรับและส่งข้อมูลผ่านคลื่นความถี่ที่เรียกว่า “พลังงานความถี่วิทยุ”(Radio Frequency Energy)

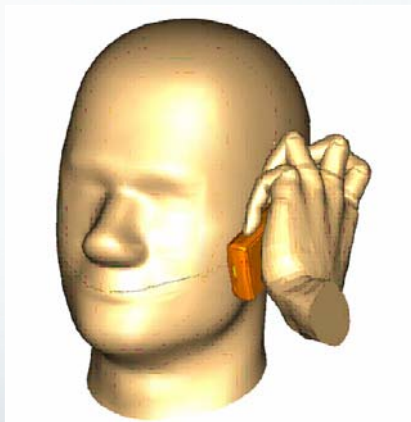


รูปสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

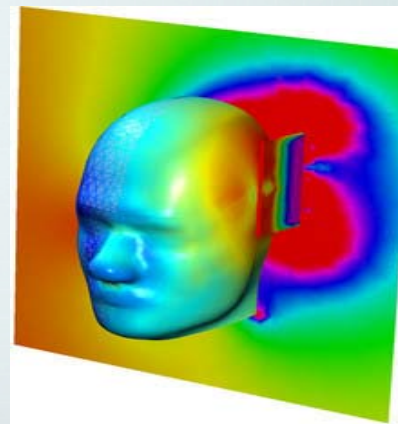


## ที่มาและความสำคัญ (ต่อ)

ขณะใช้งาน โทรศัพท์มือถือ ส่วนของเสาอากาศมีการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาสัมผัสกับศีรษะอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการศึกษาอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิในศีรษะมนุษย์จึงมีความน่าสนใจ เนื่องจากสามารถนำไปใช้ในการหาอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในศีรษะที่จะเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อได้



รูปการใช้งานโทรศัพท์มือถือ



รูปการกระจายตัวของสนามไฟฟ้า  
ที่เกิดขึ้นระหว่างการโทรศัพท์มือถือ

# วัตถุประสงค์

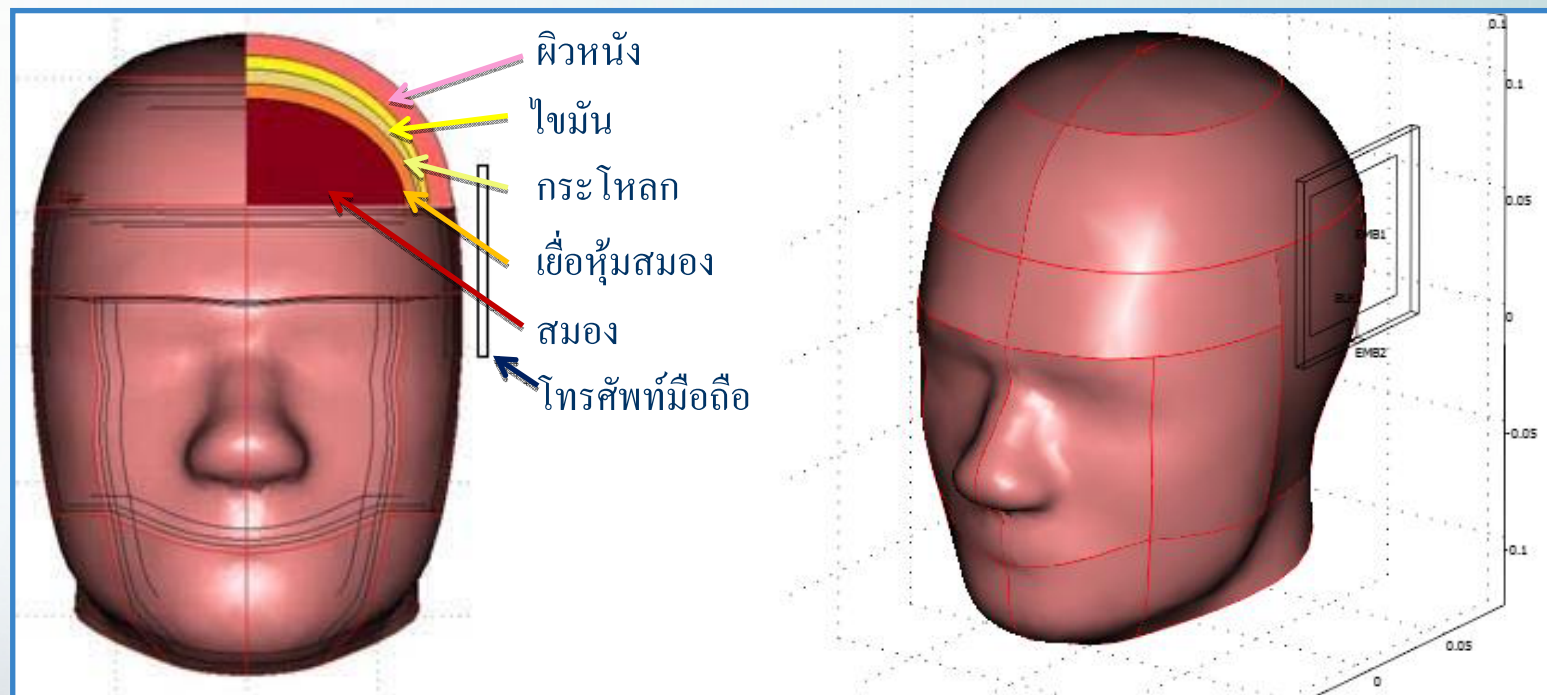
เพื่อศึกษาผลกระทบจากการใช้โทรศัพท์มือถือที่คลื่นความถี่ 900 MHz ที่ส่งผลต่อการกระจายตัวของอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (SAR) และการเพิ่มอุณหภูมิในศีรษะผู้ใหญ่ โดยศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

- ระยะเวลาในการใช้โทรศัพท์มือถือ (1, 10, 30 min)
- ระยะห่างของโทรศัพท์มือถือกับศีรษะ (0, 5 cm)



## แบบจำลองทางกายภาพ

การสร้างแบบจำลองศีรษะมนุษย์ และส่วนของโทรศัพท์มือถือด้วย  
โปรแกรม COMSOL™ Multiphysics version 3.4



รูปแบบจำลองทางกายภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์



# แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

- สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

$$\nabla \times \left( \frac{1}{\mu_r} \nabla \times E \right) - k_0^2 \left( \epsilon_r - \frac{j\sigma}{\omega\epsilon_0} \right) E = 0$$

- อัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ

$$\text{Local SAR} = \frac{\sigma |E|^2}{\rho}$$

- การถ่ายเทความร้อนของเนื้อเยื่อ

$$\underbrace{\rho C \frac{\partial T}{\partial t}}_{\text{Transient}} + \underbrace{\nabla \cdot (-k \nabla T)}_{\text{Conduction heat}} = \underbrace{\rho_b C_b \omega_b (T_b - T)}_{\text{Blood perfusion}} + Q_{met} + Q_{ext}$$

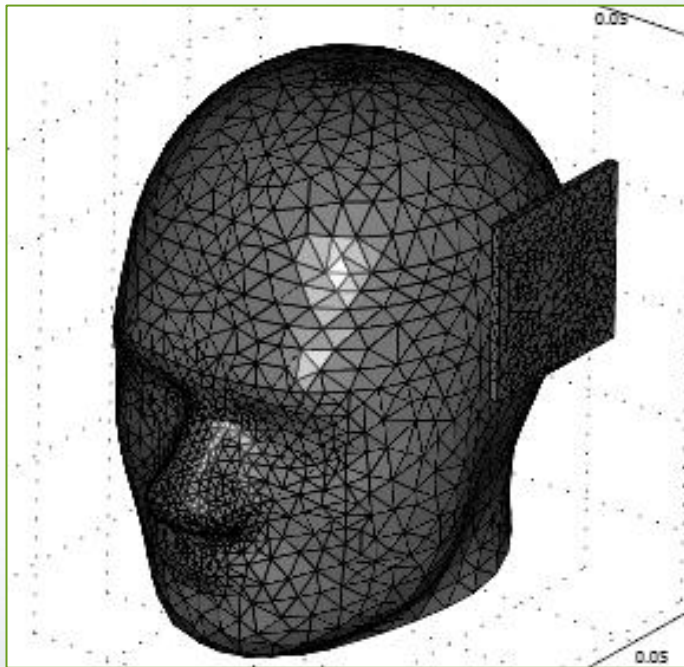
Transient    Conduction heat    Blood perfusion

Type of tissue	Adults	
	$\epsilon_r$	$\sigma$ (S/m)
Skin	41.41	0.87
Fat	11.33	0.11
Bone	20.79	0.34
CSF	53.765	1.685
Brain	45.805	0.765

ตารางแสดงสมบัติไดอิเล็กตริกในศีรษะผู้ใหญ่

# การวิเคราะห์ผล

ในงานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนในแบบจำลอง โดยใช้ระเบียบวิธีทางไฟไนท์อิลิเมนต์



รูปการกระจายตัวของ Mesh ในแบบจำลอง

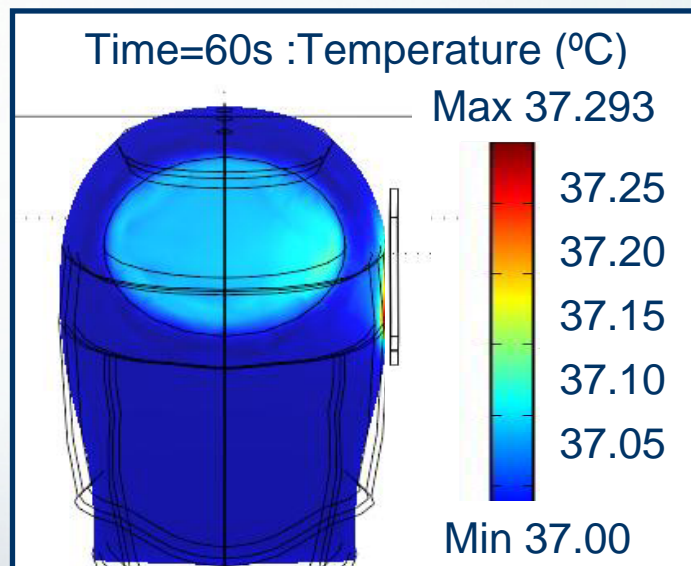
สมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

- พิจารณาปรากฏการณ์ในระนาบ 3 มิติ
- โหมดการแพร่กระจายคลื่นที่ใช้วิเคราะห์คือ Transverse Electric Wave (TE)
- กำหนดผิวของแบบจำลองศีรษะมนุษย์ให้ไม่มีการถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อม
- ค่าสมบัติไดอิเล็กตริก และค่าสมบัติทางความร้อนของแบบจำลองมีค่าคงที่

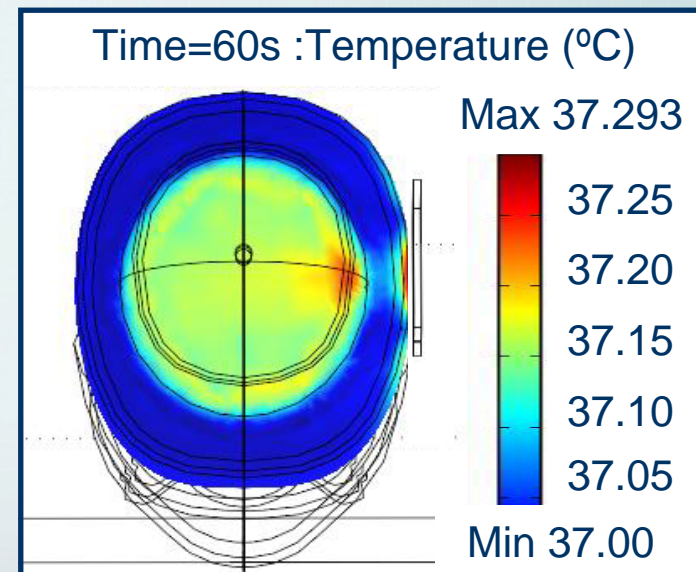
## การวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ลักษณะการกระจายตัวเชิงอุณหภูมิในศีรษะผู้ใหญ่

- คลื่นความถี่ 900 MHz
- ระยะห่าง 0 cm
- เวลา 1 min



(a) Front view



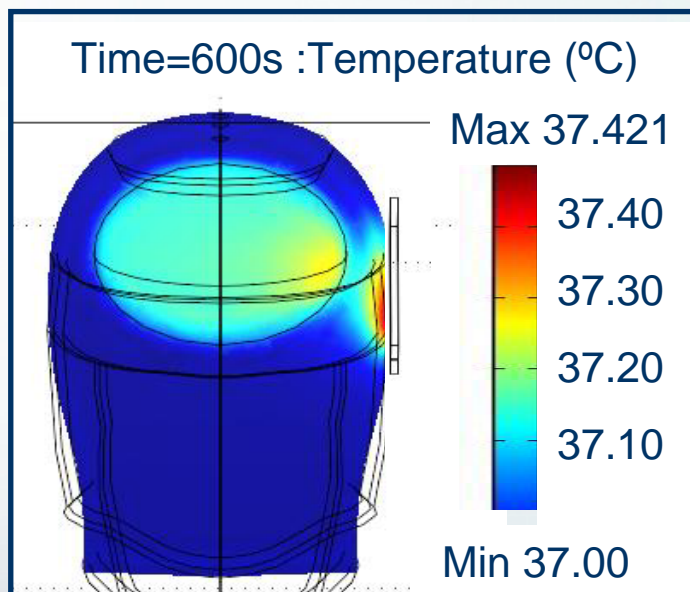
(b) Top view



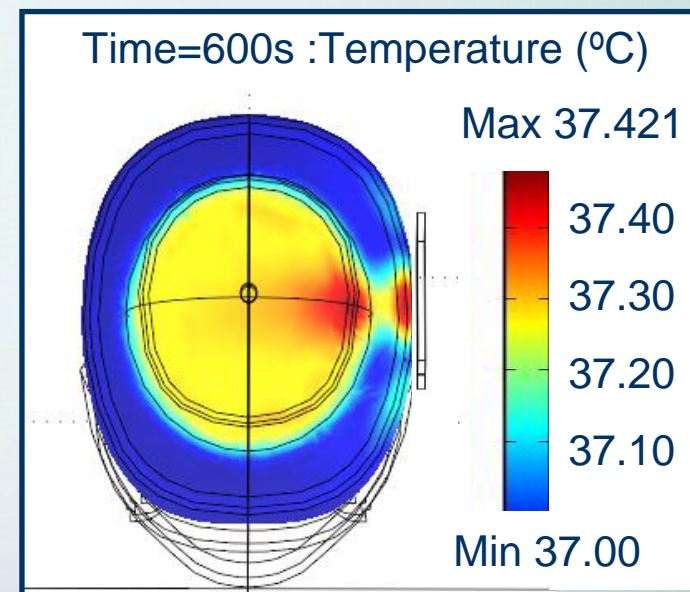
## การวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ลักษณะการกระจายตัวเชิงอุณหภูมิในศีรษะผู้ใหญ่

- คลื่นความถี่ 900 MHz
- ระยะห่าง 0 cm
- เวลา 10 min



(a) Front view

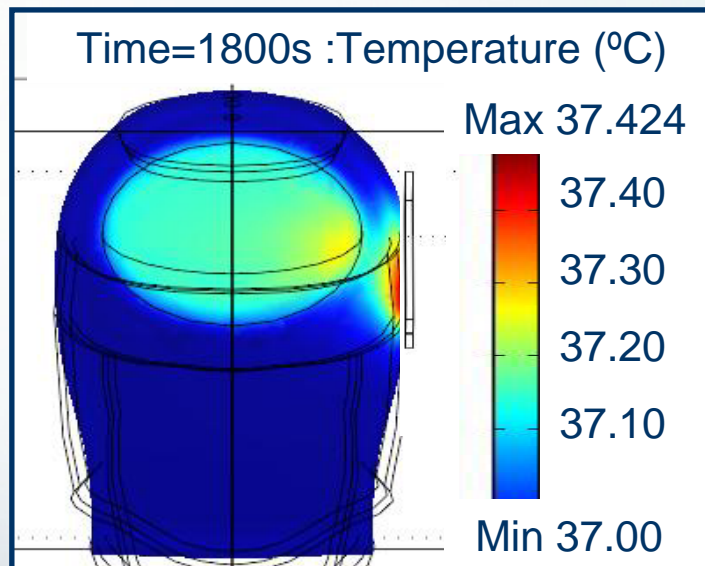


(b) Top view

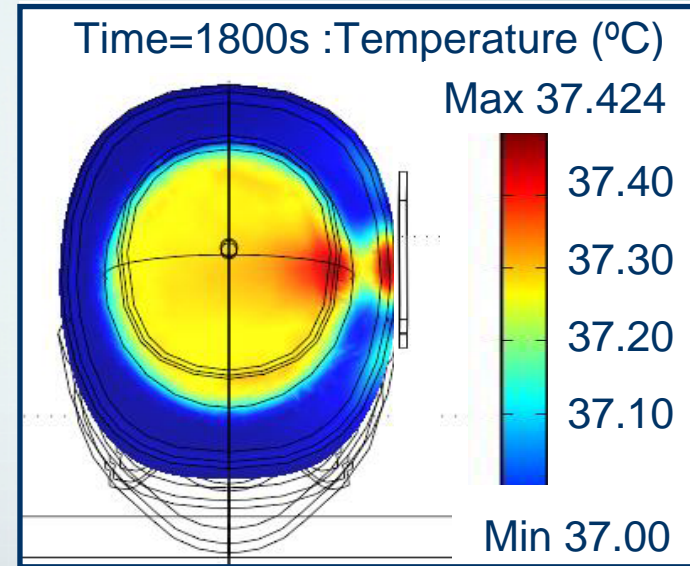
## การวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ลักษณะการกระจายตัวเชิงอุณหภูมิในศีรษะผู้ใหญ่

- คลื่นความถี่ 900 MHz
- ระยะห่าง 0 cm
- เวลา 30 min



(a) Front view

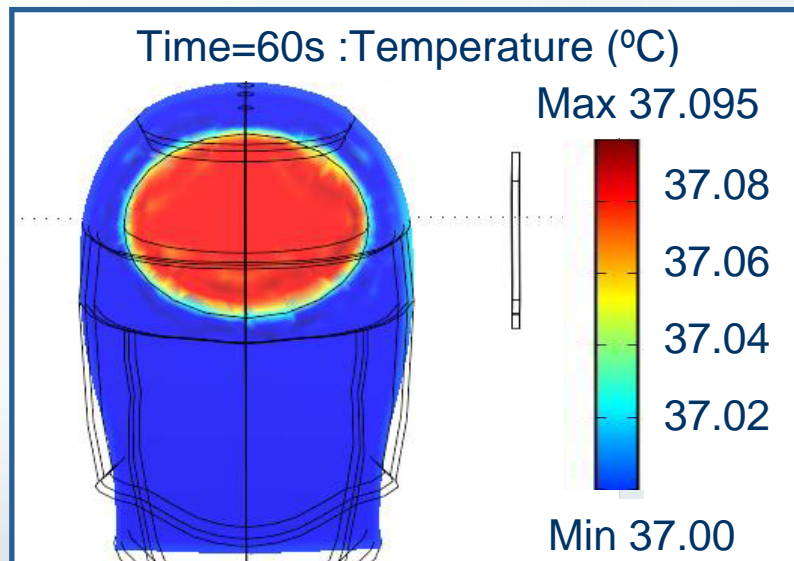


(b) Top view

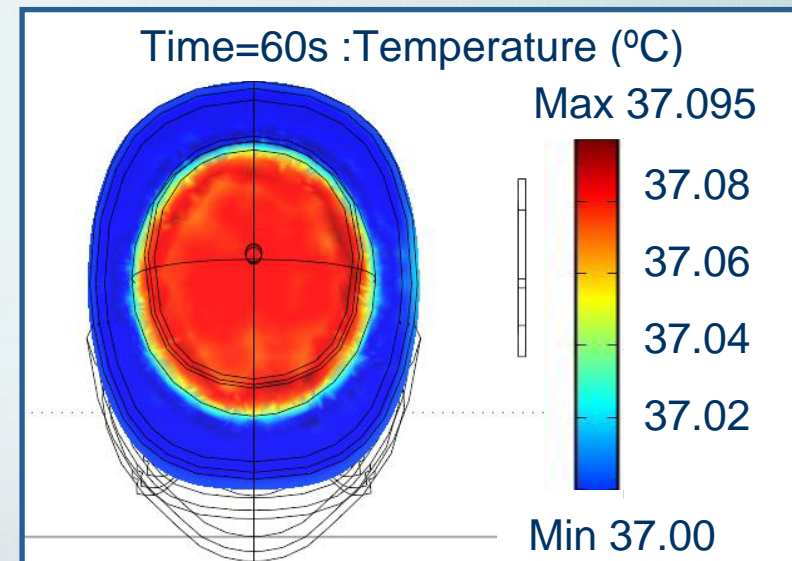
## การวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ลักษณะการกระจายตัวเชิงอุณหภูมิในศีรษะผู้ใหญ่

- คลื่นความถี่ 900 MHz
- ระยะห่าง 5 cm
- เวลา 1 min



(a) Front view



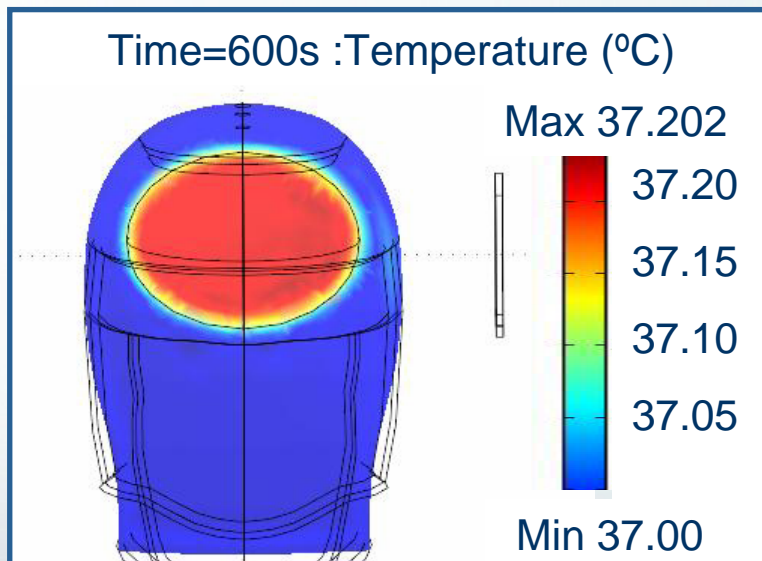
(b) Top view



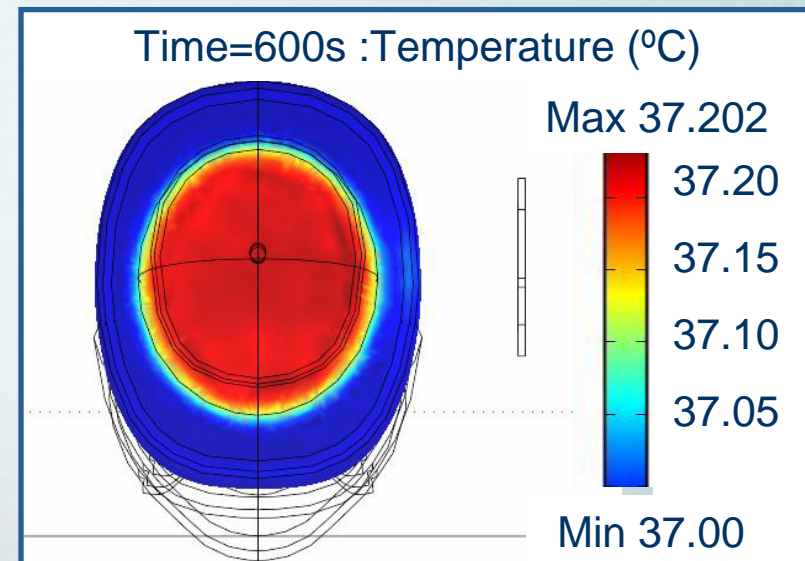
## การวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ลักษณะการกระจายตัวเชิงอุณหภูมิในศีรษะผู้ใหญ่

- คลื่นความถี่ 900 MHz
- ระยะห่าง 5 cm
- เวลา 10 min



(a) Front view

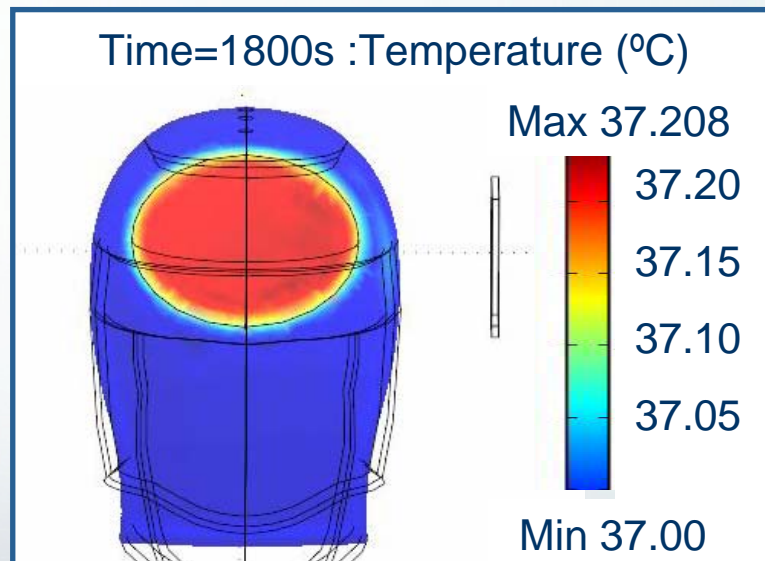


(b) Top view

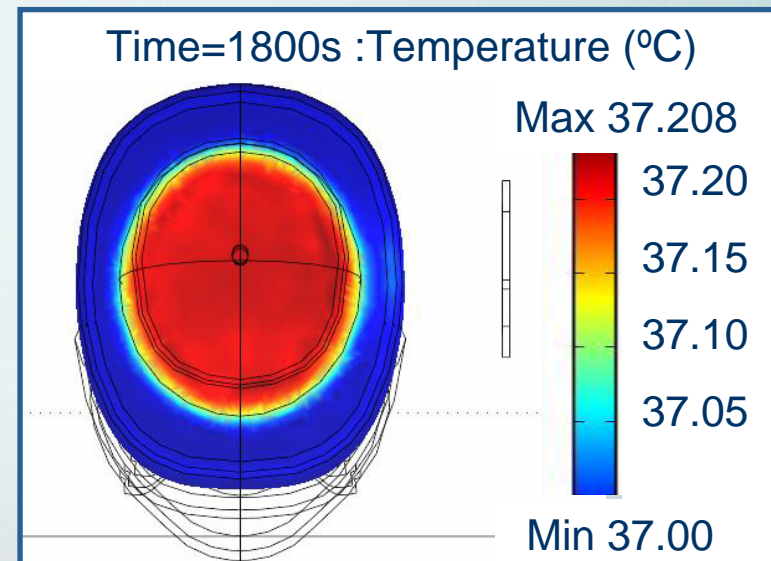
## การวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ลักษณะการกระจายตัวเชิงอุณหภูมิในศีรษะผู้ใหญ่

- คลื่นความถี่ 900 MHz
- ระยะห่าง 5 cm
- เวลา 30 min



(a) Front view

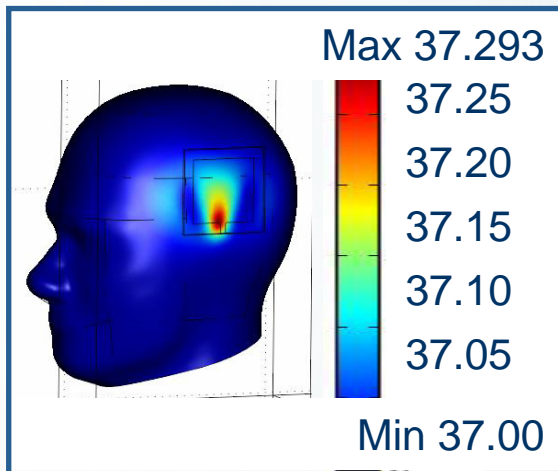


(b) Top view

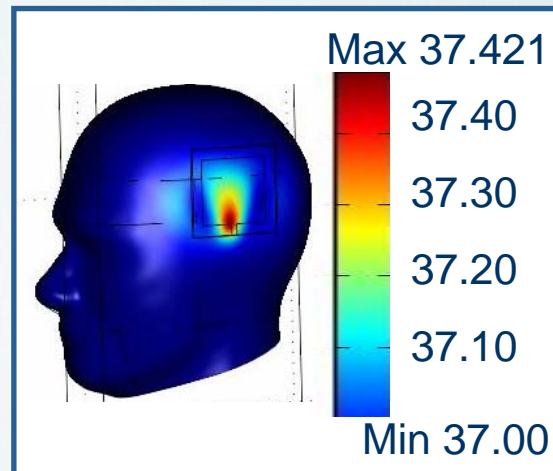
# การวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ลักษณะการกระจายตัวเชิงอุณหภูมิในศีรษะผู้ใหญ่ที่ได้จากการจำลองโดยใช้ระเบียบวิธี  
วิจัยเชิงตัวเลข มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวัดจริงด้วยอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

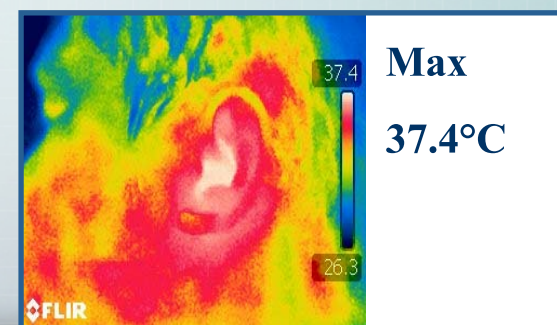
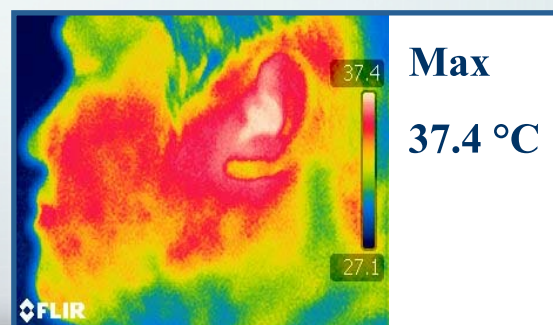
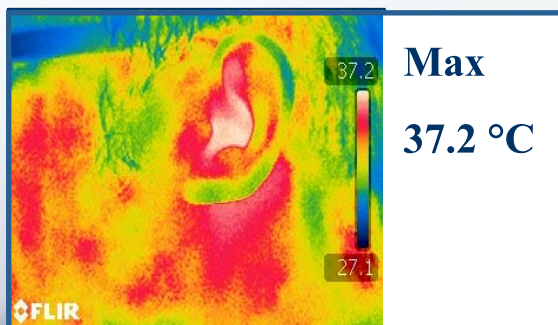
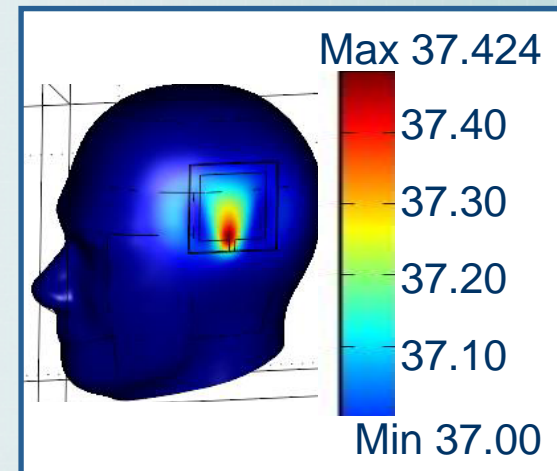
(a) Time=60s :Temperature (°C)



(b) Time=600s :Temperature (°C)

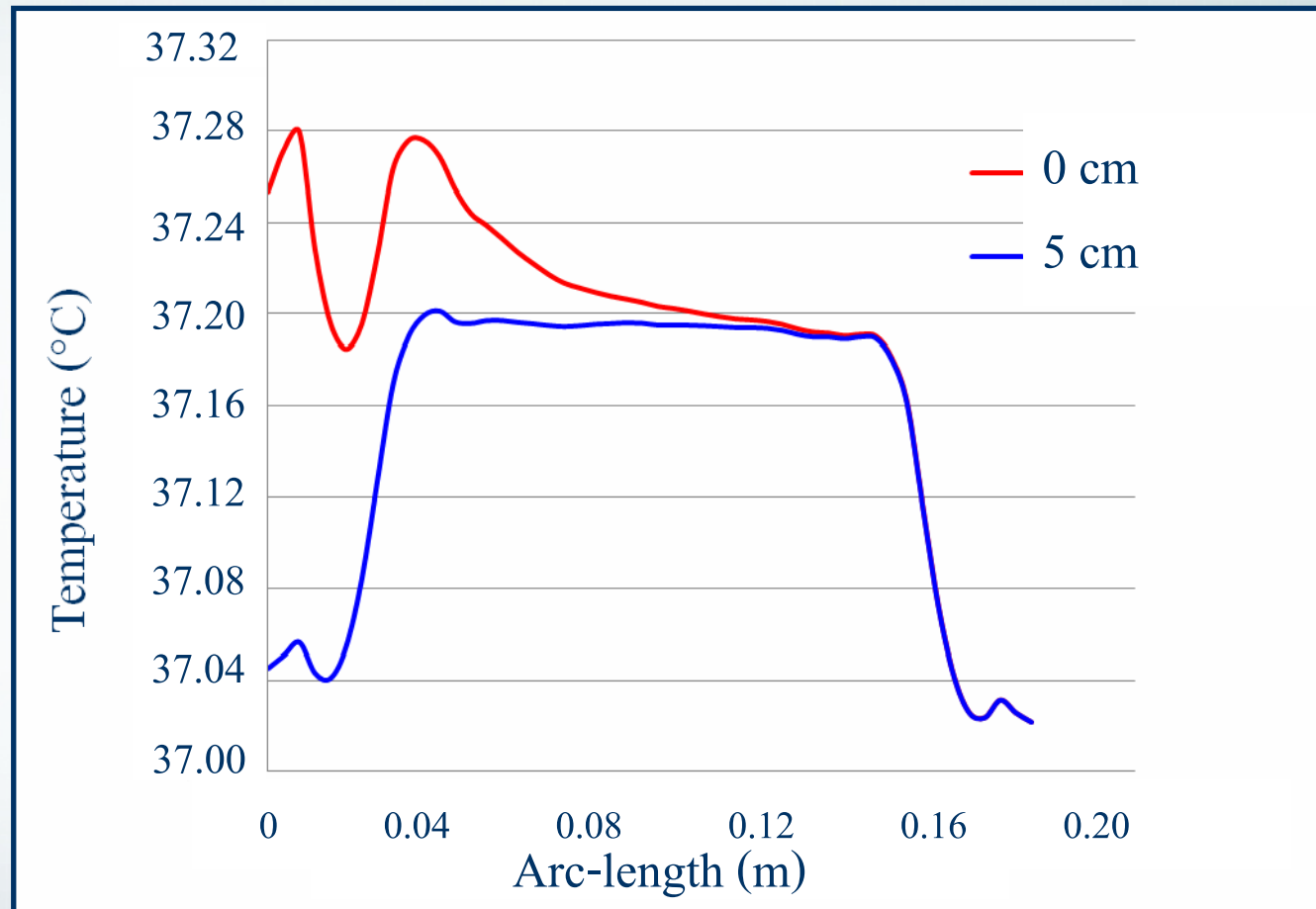


(c) Time=1800s :Temperature (°C)





## การวิเคราะห์ผล (ต่อ)



กราฟอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามระยะหน้าตัดภายในศีรษะมนุษย์ที่ระยะห่าง 0 และ 5 cm

## สรุปผล

เมื่อใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเวลานาน จะทำให้ศีรษะได้รับสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มสูงขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในศีรษะมนุษย์ โดยระยะเวลาในการใช้โทรศัพท์มือถือ และระยะห่างระหว่างศีรษะกับโทรศัพท์มือถือ มีผลต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในศีรษะมนุษย์ คือ

- ที่ระยะเวลา 1, 10 และ 30 min ทำให้อุณหภูมิภายในศีรษะมนุษย์มีค่าเพิ่มขึ้น 0.293, 0.421 และ 0.424 °C ตามลำดับ และพบว่าผลที่ได้จากการจำลองโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงตัวเลข มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวัดจริงด้วยอินฟาเรดเทอร์โมมิเตอร์
- ที่ระยะห่าง 0 cm ส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงสุด เนื่องจากศีรษะได้รับสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มสูงสุด และพบว่าที่ระยะห่าง 5 cm ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ เนื่องจากมีเพียงความร้อนเกิดขึ้นจากการกระบวนการเมตาบอลิซึมในศีรษะเท่านั้น

ขอบคุณครับ/ค่ะ