# 1. บทนำ

สารประกอบเชิงซ้อนของทองแดงหรือคอปเปอร์ (Copper, Cu) มีบทบาทสำคัญมากในสิ่งมีชีวิต เช่น ทำหน้าที่ในการส่งผ่านอิเล็กตรอนในร่างกาย ได้แก่ บลูโปรตีน (Blue Protein) ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของคอปเปอร์ กับกรดอะมิโน เชื่อกันว่า คอปเปอร์ในสารประกอบเชิงซ้อนเหล่านี้ จะอยู่ในรูปของคอปเปอร์(I) โดยคอปเปอร์จะเกิดพันธะกับอะตอมไนโตรเจน (N) และซัลเฟอร์ (S) ซึ่งทำให้การจัดตัวของคอปเปอร์เป็นแบบทรงสี่หน้า (Tetrahedral) การศึกษา สารประกอบเชิงซ้อนของคอปเปอร์ในร่างกายนั้นทำได้ยาก เนื่องจากเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ การควบคุมอุณหภูมิ และสภาวะให้เหมือนในร่างกายทำได้ยาก ดังนั้น ถ้าทราบข้อมูลทางโครงสร้าง ของสารประกอบเชิงซ้อนของคอปเปอร์ก็จะสามารถนำผลที่ได้ไปอธิบายกลไกต่าง ๆ ได้

การหาโครงสร้างของสารต่าง ๆ สามารถศึกษาได้ โดยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว (Single Crystal Diffraction) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ให้ข้อมูลทางโครงสร้างได้แน่นอนและมีความถูกต้องสูง โดยจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนที่ศึกษาว่า เป็นแบบมอนอนิวเคลียร์ (Mononuclear) ไบนิวเคลียร์ (Binuclear) หรือพอลินิวเคลียร์ (Poly-nuclear) ซึ่งอะตอมของโลหะ อาจมีเลขโคออร์ดิเนชัน เท่ากับ 2, 3, 4 หรือ มากกว่า นอกจากนี้จะทำให้ทราบพิกัด (Coordination) ของทุกอะตอม ในโมเลกุลตลอดจนความยาวพันธะ และมุมพันธะอย่างละเอียด

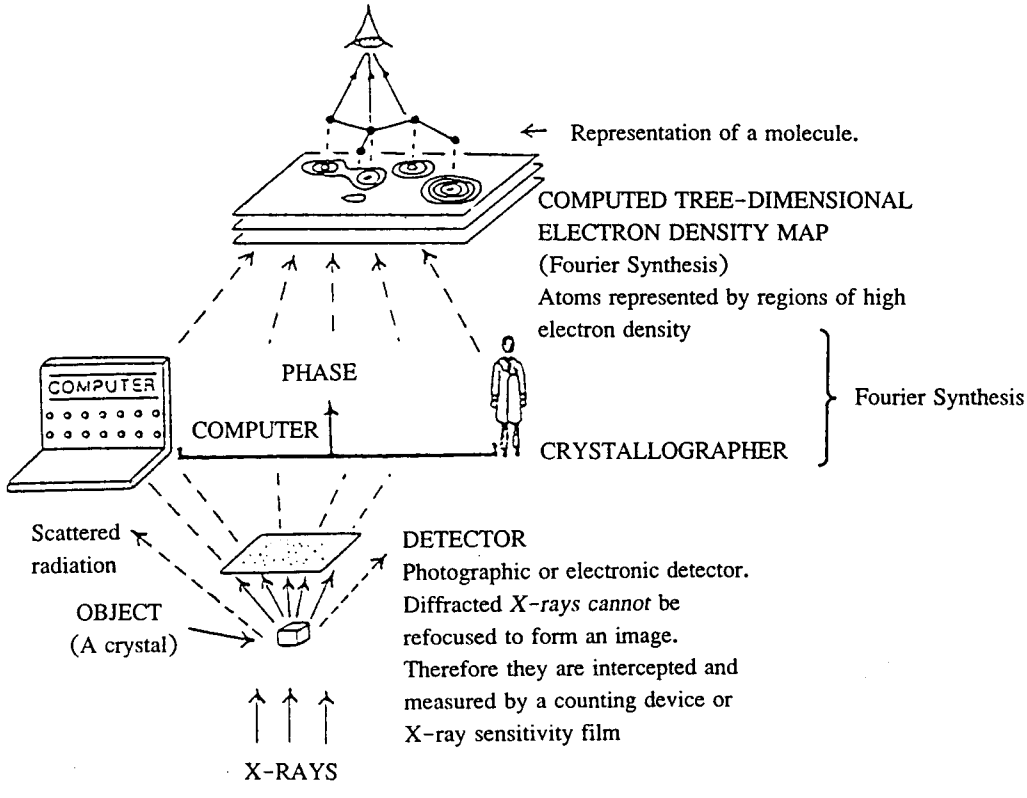
การจัดตัวของคอปเปอร์(I) และคอปเปอร์(II) จะทำให้สารประกอบเชิงซ้อนมีรูปทรงทางเรขาคณิตแตกต่างกัน เนื่องจากจำนวนอิเล็กตรอนและการจัดเรียงอิเล็กตรอนที่แตกต่างกัน ทำให้สารประกอบเชิงซ้อน คอปเปอร์(I) เป็นแบบไดอะแมกเนติก (Diamagnetic) และไม่มีสี โดยมีการจัดเรียงตัวได้รูปทรงทางเรขาคณิตหลายแบบ รูปทรงทางเรขาคณิตที่พบมากที่สุด คือ ทรงสี่-หน้า ในขณะที่ คอปเปอร์(II) มีการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนเป็น $d^9$ จะมีรูปทรงทางเรขาคณิตแบบทรงแปดหน้าที่บิดเบี้ยวไป (Distorted Octahedral)

การศึกษาโครงสร้างของสารประกอบโดยวิธีทางรังสีเอกซ์ เริ่มมาตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 โดยมีการหาโครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนคอปเปอร์(I) แฮไลด์ (CuX เมื่อ X = Cl, Br, I) และซิวโดแฮไลด์ (Pseudohalides, CuX เมื่อ X = $NO_3$, $ClO_4$ และ $BF_4$) กับลิแกนด์ซับสติติวเตดไธโอยูเรีย (Substitutedthiourea) ในปี คศ. 1928 Morgan และ Burstall ได้ศึกษาการเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนคอปเปอร์(I) เอธิลีนไธโอยูเรีย (1) ในปี คศ. 1959 Lane และคณะ ได้ศึกษาการเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนเมทิลไธโอยูเรียคอปเปอร์(I) คลอไรด์ (2) ในปี คศ. 1968 Malik ได้ศึกษาการเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนไดฟีนิลไธโอยูเรียคอปเปอร์(I) คลอไรด์ (3)

ในปี คศ. 1953 Wheatley ได้ศึกษาการหาโครงสร้างของเอธิลีนไธโอยูเรียโดยวิธีการอ่านจุดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์จากฟิล์มเอกซเรย์ (Film Method) เพียงอย่างเดียว (4) หลังจากปี คศ. 1960 งานวิจัยทางด้านนี้ได้รับความสนใจมากขึ้น และได้มีการนำเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว มาใช้ในการหาโครงสร้างของสารต่างๆ โดยใช้ดิฟแฟรกโตมิเตอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic Diffractometer) เพราะเทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่ให้ข้อมูลถูกต้อง และละเอียดกว่าเทคนิค Film Method เช่น ได้มีการนำเทคนิคดังกล่าวมาหาโครงสร้างของ บิสไธโอยูเรียคอปเปอร์(I) คลอไรด์ (5) ทริสไธโอยูเรียคอปเปอร์(I) คลอไรด์ (6) ทริสไธโอยูเรียคอปเปอร์(I) ซัลเฟต (7) เอธิลีนไธโอยูเรียคอปเปอร์(I) แฮไลด์ (8) การใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว (รูปที่ 1)

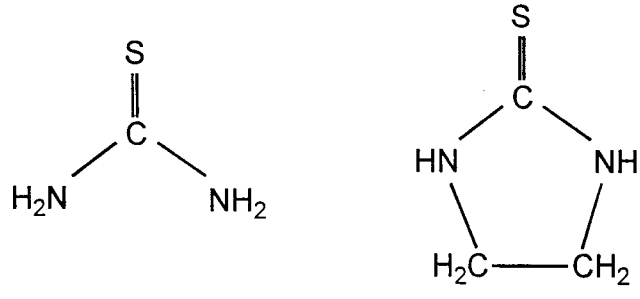
ปัจจุบันการหาโครงสร้างของสารโดยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว ด้วยเครื่องดิฟแฟรกโตมิเตอร์แบบอัตโนมัติเป็นที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาก

ในการวิจัยนี้ ได้เลือกศึกษาการหาโครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนคอปเปอร์(I) กับลิแกนด์ไธโอยูเรีย (Thiourea, tu) และเอธิลีนไธโอยูเรีย (Ethylenethiourea, etu) ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่น่าสนใจ เพราะลิแกนด์ไธโอยูเรีย และเอธิลีนไธโอยูเรีย (รูปที่ 2) สามารถใช้ทั้งอะตอมของไนโตรเจน (N) และอะตอมซัลเฟอร์ (S) ในการเกิดพันธะกับอะตอมคอปเปอร์




**รูปที่ 1** การใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว

ในการหาโครงสร้างผลึกของสาร




ไธโอยูเรีย เอธิลีนไธโอยูเรีย

**รูปที่ 2** โครงสร้างผลึกของไธโอยูเรียและเอธิลีนไธโอยูเรีย